COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1889,

PRÉSIDÉE PAR M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fermentation forménique du fumier;* par M. Th. Schlœsing.

« Le travail que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie fait partie des recherches que je poursuis sur le dégagement de l'azote gazeux pendant la décomposition des matières organiques, recherches dont j'ai publié déjà quelques résultats.

» On sait que le fumier dégage un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène protocarboné, lorsqu'il fermente à l'abri de l'air. Ce phénomène, observé depuis longtemps par M. Reiset, a été, dans ces dernières années, de la part de M. Dehérain et de M. Gayon, l'objet d'études simultanées. Le fumier dégage-t-il aussi de l'azote, au cours de cette fermentation? c'est la question que je me suis proposé de résoudre.

» Plusieurs kilogrammes de fumier de vache frais ont été hachés et mé-

langés. Il a été prélevé sur le tout, pour les expériences et les analyses, un échantillon de 500gr, qui a subi un nouveau hachage. De ce fumier haché menu, j'ai rempli un ballon de 200cc, dont le col a été ensuite raccordé par une soudure à un tube de 15mm de diamètre, lequel a été courbé à angle droit, à une distance de 0m,30 du ballon, puis étiré à son extrémité et doublement recourbé, de manière à conduire dans un récipient, sous le mercure, les gaz à provenir du fumier. Le ballon étant plongé dans un bain d'eau entretenu à une température constante, son long col, émergeant du bain sous un angle de 45°, devait remplir la fonction d'un réfrigérant ascendant, ramenant dans le fumier la vapeur d'eau qui s'en exhalerait.

» Avant de disposer ainsi l'expérience, j'ai fait le vide dans le ballon. Vers la fin de cette opération, il s'est dégagé de l'acide carbonique, provenant de la dissociation d'un carbonate d'ammoniaque; le gaz dégagé en dernier lieu était d'ailleurs entièrement absorbable par la potasse, à cette très petite bulle près, dont on ne peut jamais s'affranchir. Après quoi, le ballon a été rempli d'acide carbonique pur et mis en place dans son bain.

» J'ai fait une première expérience à la température de 42°. Le poids du fumier était de 100gr. La fermentation, assez active au début, n'a pas tardé à se ralentir. En deux mois, j'ai recueilli seulement 850cc de gaz (à 0° et 760mm) contenant :

	cc
Acide carbonique	713,6
Hydrogène libre	38,8
Hydrogène protocarboné	97,6

» L'analyse eudiométrique a démontré que ce mélange ne contenait pas d'azote.

» Dans une seconde expérience, préparée exactement comme la précédente, la température du bain a été maintenue à 52°. La fermentation a été beaucoup plus active, comme on va en juger.

» L'expérience a été commencée le 28 août sur 124gr,4 de fumier frais, réduits à 117gr,4 pendant l'extraction de l'air (1); elle a duré jusqu'au 28 octobre, juste deux mois. Les gaz dégagés, recueillis dans des récipients cylindriques à col étroit, jaugeant plus de 500cc, ont rempli dix-neuf de ces vases.

(1) Pendant cette extraction, il distille de l'eau et de l'ammoniaque, qu'il faut recueillir sans perte. Dans le cas présent, le poids d'eau distillée a été de 7gr; il s'y trouvait 28mgr,7 d'AzH^3 = 23mgr,7 azote ammoniacal.

» En comptant le nombre d'heures employées au remplissage d'un récipient, j'ai pu mesurer, à peu près, pendant tout le cours de la fermentation, le volume de gaz dégagé dans une heure. Au début, le fumier a dégagé $8^{cc},3$ par heure; ce volume s'est accru jusqu'à un maximum de $16^{cc},3$, atteint le sixième jour, puis il a diminué lentement; il se réduisait à 4^{cc} au bout du premier mois; il était de $2^{cc},5$ quand j'ai mis fin à l'expérience.

» Après la fermentation, le fumier n'avait pas changé d'aspect : sa couleur ne s'était nullement foncée; il avait toujours sa même odeur franche d'étable. Les brins de paille luisaient comme avant; ils étaient seulement plus friables.

» J'ai analysé à diverses reprises les gaz dégagés, en vue surtout d'y découvrir l'azote; pas une fois je n'ai pu constater sa présence. Voici, comme exemple, un résultat d'analyse démontrant l'absence de l'azote.

» Après combustion du gaz dans un excès d'oxygène pur ([1]), et absorption de l'acide carbonique, il me reste un résidu où se trouvera l'azote, s'il y en a. Le volume initial de l'oxygène étant représenté par 100, le résidu est de 5,71; j'ajoute 33,38 d'hydrogène; après détonation, la contraction est de 17,08 :

Oxygène	5,69
Hydrogène	11,39

le résidu est donc de l'oxygène.

» Le gaz recueilli au début, dans un premier récipient, contenait $15^{cc},8$ d'hydrogène libre; mais celui-ci a ensuite disparu, ou du moins n'a pas été dosable en présence du formène. Les gaz dégagés consistaient donc en formène et acide carbonique, le volume du premier l'emportant sensiblement sur celui du second; le rapport entre les deux volumes ne s'est rapproché de l'unité que vers la fin de l'expérience; avant il était compris entre 1,40 et 1,10, tantôt s'élevant, tantôt s'abaissant, comme si la production des deux gaz variait avec le degré de décomposition des matières attaquées par les microbes.

» En définitive, il s'est dégagé du fumier, en deux mois, défalcation

---

([1]) La combustion du formène était réalisée en cinq fois; j'introduisais un cinquième environ du gaz dans la totalité de l'oxygène pur, ou en partie combiné au carbone des combustions précédentes; de la sorte, l'azote, s'il s'en était trouvé, n'aurait pu être oxydé.

aite de l'acide carbonique introduit dans le ballon au début de l'expérience :

	Volume.	Poids.		Carbone.	Oxygène.	Hydrogène.
	cc	gr		gr	gr	gr
Acide carbonique.	4,217,5	8,296	contenant	2,263	6,033	»
Formène.........	4,577,4	3,276	contenant	2,457	»	0,819
	8,794,9	11,572		4,720	»	»

» Ces quantités de gaz étant fort importantes eu égard au poids de fumier employé, il m'a semblé utile de pousser plus loin l'analyse et de déterminer les changements survenus dans la composition des matières.

» J'avais eu la précaution de doser l'ammoniaque toute formée dans le fumier frais, et de dessécher de celui-ci, dans le vide, environ 200gr. J'ai dosé également l'ammoniaque dans le fumier fermenté, et j'en ai desséché, dans les mêmes conditions que le fumier frais, une quantité suffisante pour les besoins des analyses.

» J'ai fait l'analyse élémentaire de ces matières sèches, en opérant sur 3gr, afin de compenser par la quantité le défaut d'homogénéité, défaut inévitable dans une substance qui ne peut être broyée. J'ai déterminé l'azote par le procédé Kjeldahl, et les matières minérales par simple incinération.

» Voici les résultats sommaires de ces diverses déterminations :

	gr
Fumier frais mis en œuvre	124,4
Fumier fermenté..........................	105,65
	— 18,75

Ces 18gr,75 représentent le poids d'eau éliminé pendant l'extraction de l'air, 7gr; le poids des gaz dégagés, 11gr,57, et celui de la vapeur d'eau qui les saturait, 0gr,18

Par dessiccation, 100gr de fumier frais se sont réduits à... 23gr,515
» 100gr de fumier fermenté » 19gr,22

Composition élémentaire.

	Fumier	
	frais sec.	fermenté sec.
C..............................	43,33	39,00
H..............................	5,65	5,54
O..............................	36,86	34,86
Az.............................	1,55	1,93
Matière minérale...............	12,62	18,67
	100,00	100,00

» Je ne réponds pas d'une exactitude très grande des dosages d'azote; ils ont été faits sur 500mgr de matière, et cette quantité est trop faible quand il s'agit de fumier. Mais cela est secondaire, du moment que l'analyse gazométrique démontre qu'il ne s'est pas dégagé d'azote gazeux.

» Il résulte de ces données que le fumier contenait :

	C.	H.	O.	A.	Mat. min.
	gr	gr	gr	gr	gr
Avant fermentation...	12,67	1,653	10,78	0,453	3,69
Après fermentation...	7,92	1,125	7,08	0,392	3,79
	— 4,75	—0.528	— 3,70	—0,061	+0,10

d'où l'on voit, d'abord, que le poids de carbone perdu, 4gr,75, déterminé par les analyses élémentaires, tombe d'accord avec le poids du même corps, 4gr,72, contenu dans les gaz dégagés. Ce poids de carbone représente 37,5 pour 100 de celui que contenait le fumier frais.

» On constate ensuite que la quantité d'azote combiné dans les matières organiques a diminué pendant la fermentation [1]; d'autre part, le dosage de l'ammoniaque toute formée a donné 160mgr dans le fumier frais mis en œuvre, et 194mgr dans ce même fumier fermenté. Ainsi, pendant la fermentation forménique, il ne s'est pas produit de matière organique azotée par fixation d'azote ammoniacal; il s'est fait, au contraire, un peu d'ammoniaque aux dépens des matières azotées.

» On remarque, en troisième lieu, que le fumier a perdu, pendant sa fermentation, moins d'oxygène et d'hydrogène qu'il ne s'en trouve dans les gaz dégagés; c'est ce qui résulte des comparaisons suivantes :

Oxygène.....	Dans l'acide carbonique dégagé........		6gr,033
	Perdu par le fumier..................		3,700
	Différence		2,333
Hydrogène...	Dans le formène dégagé........	0gr,819	0,826
	Dans l'ammoniaque produite...	0,006	
	Dégagé à l'état libre...........	0,001	
	Perdu par le fumier..................		0,528
	Différence		0,298

---

(1) Après dessiccation dans le vide, il n'est resté dans le fumier frais ou fermenté que l'azote organique; la totalité de l'azote ammoniacal a été expulsée.

» Il me paraît évident que ces excès d'oxygène et d'hydrogène contenus dans les produits volatils de la fermentation ne peuvent avoir été fournis que par l'eau qui humectait le fumier. Ils sont, du reste, dans le rapport que leur assigne une telle origine :

Le huitième de l'excès d'oxygène est..................	0gr, 292
Nombre voisin de l'excès d'hydrogène trouvé.........	0gr, 298

» L'intervention des éléments de l'eau, si fréquente dans les réactions chimiques, ne peut surprendre, quand elle se manifeste pendant la putréfaction des matières organiques privées d'air. Liebig, dans l'Introduction de son *Traité de Chimie organique,* a insisté sur cette intervention : l'eau fournit alors au carbone surtout de l'oxygène, et à l'azote l'hydrogène qui assure la formation de l'ammoniaque. Une hypothèse aussi plausible ne pouvait manquer d'être adoptée ; toutefois, elle était seulement fondée sur des analogies. La vérification expérimentale qui en est faite présentement, dans un cas particulier, offre donc un certain intérêt.

» En ce qui concerne l'azote, la décomposition de l'eau a produit, dans mon expérience, l'effet qu'on en attend dans le procédé de dosage de ce corps par la chaux sodée : grâce à elle, l'azote sort de ses combinaisons organiques intégralement combiné à l'hydrogène ; c'est pourquoi je n'en ai pas recueilli une trace à l'état gazeux.

» En résumé, pendant la fermentation forménique du fumier d'étable, à la température de 52°, que je viens d'étudier :

» Il ne s'est pas produit d'azote gazeux provenant de la décomposition de combinaisons azotées ;

» Il ne s'est pas formé de combinaison azotée par fixation d'ammoniaque sur des matières organiques; bien au contraire, de l'azote est sorti de combinaison azotée et est apparu à l'état d'ammoniaque ;

» La substance organique s'est appauvrie en carbone plus qu'en oxygène; la proportion d'hydrogène y est restée presque la même ;

» L'eau a pris part à la décomposition de la substance organique, et a fourni au carbone à la fois de l'oxygène et de l'hydrogène. »

Observations sur la Communication précédente; par M. Berthelot.

« M. Berthelot remarque tout l'intérêt que présentent les observations de M. Schlœsing sur la décomposition de l'eau dans la fermentation forménique. Cette fermentation, en effet, peut être rapprochée de la fermentation alcoolique des hydrates de carbone, au point de vue des corps qui y concourent et de son mécanisme thermochimique, aussi bien que des agents qui la déterminent. On sait que la fermentation alcoolique est accompagnée par la fixation des éléments de l'eau, lorsqu'elle se produit aux dépens des saccharoses, et même de l'amidon et des celluloses. Mes déterminations calorimétriques permettent d'évaluer la chaleur dégagée pendant ces diverses phases. L'eau se fixe d'abord avec un premier dégagement de chaleur, qui s'élève à $+6^{Cal}$ environ pour la cellulose, formant une molécule de glucose dissous (180^{gr}), et à $+4^{Cal}$ pour une molécule du sucre de canne (342^{gr}) qui s'intervertit. Puis le glucose se dédouble en alcool et en acide carbonique, en dégageant une quantité de chaleur nouvelle et plus considérable, soit $+43^{Cal},2$, tout restant dissous; ou $+32^{Cal},0$, l'acide carbonique devenant gazeux; nombres que la considération des produits accessoires ne modifierait que faiblement. Or, l'acide carbonique ainsi fabriqué dans la fermentation alcoolique, envisagée à partir des celluloses ou des saccharoses, tire en partie son oxygène des éléments de l'eau; tandis que l'alcool emprunte à ceux-ci la totalité de leur hydrogène.

» C'est précisément le cas pour la fermentation forménique, étudiée aujourd'hui par notre Confrère. D'après ses observations, le formène et l'acide carbonique se produisent presque à volumes égaux, surtout vers la fin. En raison de ces rapports et en faisant abstraction des composés amidés, qui sont en proportion minime (1,55 centième d'azote) et qui ne dégagent point d'azote libre, la matière détruite pour donner naissance aux gaz développés pendant le cours de la réaction peut être regardée comme formée principalement par des celluloses et de l'eau; dès lors, on en peut représenter la fermentation, au moins comme première approximation, par la formule suivante

$$nC^{12}H^{10}O^{10} + nH^2O^2 = 3nC^2O^4 + 3nC^2H^4.$$

» La fixation de l'eau a lieu ici, comme dans la fermentation alcoolique;

elle accompagne le phénomène (ou le précède peut-être?). Tout l'hydrogène de cette eau entre de même dans l'un des produits; tandis que son oxygène concourt à former l'acide carbonique. La chaleur totale dégagée en vertu de cette équation, d'après mes déterminations, serait de $+41^{\mathrm{Cal}},0 \times n$, les produits étant gazeux; chiffre un peu supérieur à la chaleur totale dégagée dans la fermentation alcoolique, dans les conditions ordinaires, et qui en deviendrait à peu près triple, si l'alcool prenait un état gazeux comparable à celui du formène.

» La fermentation forménique des hydrates de carbone donne donc lieu, comme toutes les fermentations en général, à un dégagement de chaleur considérable; bien qu'elle soit accompagnée par un phénomène endothermique, la décomposition de l'eau. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Remarques sur les diastases sécrétées par le* Bacillus heminecrobiophilus *dans les milieux de culture.* Note de M. **Arloing**.

« Dans la Note que nous avons communiquée à l'Académie (*Comptes rendus* du 11 mars 1889), nous avons montré que le *Bacillus heminecrobiophilus* communique au bouillon de bœuf et de veau dans lequel il a végété des propriétés zymotiques. Ce bouillon, parfaitement débarrassé des microbes par le filtre minéral, détermine dans le testicule bistourné du bélier, où il est injecté, des altérations semblables à celles qui sont causées par la culture complète (voir *Comptes rendus* du 31 décembre 1888).

» Nous rappellerons surtout la *formation de gaz*, qui accompagne la dissolution du tissu conjonctif intertubulaire, la diapédèse et l'infiltration circonvoisines.

» Le *Bacillus heminecrobiophilus* communique donc à ses bouillons de culture une amplitude que tout le monde regardait comme l'apanage des micro-organismes ferments. Ce fait intéressant laisse supposer dans les sécrétions du bacille l'existence d'une diastase toute particulière, que nous avons cherchée et dont nous avons étudié les effets locaux.

» Si l'on ajoute de l'alcool, dans la proportion de 2 à 1, au bouillon de culture exactement filtré, on détermine un précipité floconneux abondant. Nous avons lavé ce précipité avec soin, plusieurs fois, avec l'alcool; nous l'avons séché, puis redissous dans l'eau stérilisée. Trois centimètres cubes de la solution ont été injectés, çà et là, dans la profondeur d'un testicule qui venait d'être bistourné sur un bélier.

» Dès le lendemain matin, la région scrotale était tuméfiée et sonore, elle renfermait évidemment beaucoup de gaz; la région pré-pubienne était le siège d'un œdème chaud. L'état général du bélier était grave, remarquable surtout par la tristesse et une grande dépression de forces. Le surlendemain, l'état général du sujet s'était amélioré; néanmoins, la région scrotale était plus distendue et plus sonore que la veille; en outre, la peau semblait se mortifier sur un point de la tuméfaction.

» On se décida à sacrifier le bélier. Ensuite, on procéda rapidement à l'extraction des gaz de la tumeur, à l'aide d'un excellent aspirateur; puis on ouvrit la région malade. On constata que les gaz avaient pris naissance dans la masse plus ou moins ramollie du testicule et s'étaient accumulés dans la gaine vaginale. Le tissu conjonctif sous-cutané circonvoisin était infiltré de sérosité rougeâtre. On déposa quelques fragments du testicule dans des matras chargés de bouillon de bœuf; mais ces matras restèrent limpides.

» D'après cette expérience, il n'est pas douteux que les propriétés que nous avons trouvées au bouillon de culture sont indépendantes du *bacillus* et, de plus, qu'elles sont dues à une sécrétion précipitable par l'alcool.

» Quant aux gaz qui se dégagent pendant l'action zymotique de cette sécrétion, ils exhalent une odeur particulière, qui n'est pas celle de la putréfaction, et sont incombustibles. Avant comme après addition d'oxygène, l'étincelle électrique ne provoque dans leur masse aucune combinaison. L'hydrogène n'entrait donc pas dans leur composition, qui était la suivante. Pour 100 volumes :

CO^2	18,30
O	2,04
Az	79,66

» Dans une analyse des produits gazeux formés par le *bacillus* lui-même, nous n'avions pas rencontré d'oxygène. L'acide carbonique et l'azote se partageaient la masse dans la proportion de 16,80 pour le premier et de 83,30 pour le second.

» D'après l'analyse actuelle, il semble que les gaz se soient formés aux dépens d'un certain volume d'air, dans lequel l'acide carbonique aurait pris la place de l'oxygène volume à volume.

» Nous avons complété nos observations en faisant agir les substances précipitées par l'alcool, des cultures du *Bacillus heminecrobiophilus*, sur les

principales matières organiques qui servent à l'alimentation des êtres vivants. Or nous avons constaté que leur solution aqueuse, à la température de 32°, dissout rapidement et transforme en peptone la fibrine du sang, intervertit le sucre candi, saccharifie faiblement l'amidon cuit, émulsionne et dédouble les graisses. La portion des corps gras qui subit le dédoublement est peu considérable; néanmoins, la réaction acide du mélange est nette. Cette solution cumule donc les propriétés des ferments du suc pancréatique et la propriété du ferment inversif, agent principal et spécial du suc fourni par les glandes de Brünner dans l'intestin duodénum.

» Par conséquent, il est logique de penser que le précipité contient, non pas une seule, mais plusieurs diastases. Nous avons tenté de les isoler. Nos essais, relativement simples, calqués sur le procédé que Danilewsky a recommandé pour séparer les ferments du suc pancréatique, nous ont permis d'isoler le ferment émulsif et le ferment albuminoïde. Le ferment saccharifiant et le ferment inversif pourront être séparés probablement comme les deux autres.

» Nous concluons donc en admettant :

» 1° Que le *Bacillus heminecrobiophilus* sécrète dans les cultures plusieurs ferments solubles, qui lui permettent de préparer pour l'assimilation toutes les substances organiques nécessaires à la nutrition et au développement d'un être vivant. Cette conclusion n'est pas excessive; car pourquoi refuserions-nous à un microbe, qui au fond est une cellule végétale, les propriétés que possèdent quelques cellules glandulaires? Le protoplasma ayant toujours les mêmes exigences, à l'intensité près, doit avoir partout les mêmes aptitudes fonctionnelles. Seulement, il les manifeste plus ou moins, ou en plus ou moins grand nombre, suivant le milieu où il vit.

» 2° Que, parmi ces ferments, ou à côté d'eux, il en est un qui dissout le tissu conjonctif anémié et transforme les matières organiques, en dégageant des gaz, c'est-à-dire ajoute à son pouvoir une modalité attribuée jusqu'à ce jour aux micro-organismes et non à leurs sécrétions. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport verbal sur l'Ouvrage de* M. E.-D. Suess, « *Das Antlitz der Erde*, t. I et II, 1885 et 1888 »; par M. **Daubrée**.

« L'Ouvrage de M. Suess, « *Das Antlitz der Erde* » (c'est-à-dire *L'aspect de la Terre*), peut être considéré comme une synthèse des connaissances acquises sur la géologie des différentes parties du globe, sur les traits fondamentaux de son relief actuel et sur les mouvements successifs de l'écorce terrestre qui l'ont déterminé.

» Élie de Beaumont, le premier, à la suite des diverses hypothèses émises depuis Descartes, pour expliquer les grands mouvements dont l'écorce de notre globe porte l'empreinte, notamment par Hutton et Léopold de Buch, a mis clairement en relief celle du refroidissement séculaire de notre planète comme seule cause adéquate à l'amplitude des phénomènes produits. Il a montré que le résultat de ce refroidissement devait être l'écrasement successif de différents fuseaux de l'écorce du sphéroïde terrestre. L'ordonnance de ces fuseaux suivant une loi géométrique, telle qu'il avait cru pouvoir la supposer par un effort de génie, n'a pas été confirmée par le progrès des observations. Mais le résultat même de la nouvelle synthèse, quoique faite dans un tout autre esprit, montre bien combien la grande idée d'Élie de Beaumont était juste et fondée.

» M. Suess se pose d'abord pour problème de suivre la continuité d'une même zone de plissements dans la chaîne alpine. Celle qui lui sert de guide est la bande de terrains tertiaires qui, de la Suisse à l'Autriche et à la Hongrie, borde les Alpes et les Carpathes. Cette bande est sinueuse : elle correspond à plusieurs des soulèvements d'Élie de Beaumont; mais son unité géologique, qu'on n'avait pas encore fait ressortir, est clairement démontrée par la continuité des mêmes terrains et des mêmes accidents : c'est bien une seule et même ride de l'écorce terrestre avec des orientations variées. Au sud, les hauts sommets des Alpes s'ordonnent en une série de plis qui se rattachent intimement à cette ligne conductrice (*Leitlinie*) et les péninsules méditerranéennes se trouvent ainsi, de l'Espagne à la Grèce, et malgré leurs directions divergentes, reliées géologiquement à la chaîne des Alpes. En outre, c'est à travers l'Asie, de la Crimée au

Caucase, à l'Himalaya, à la chaîne birmane et à l'archipel de la Sonde, que M. Suess nous fait suivre la continuation presque ininterrompue de la même zone de plissements. C'est en quelque sorte le fuseau de l'ancien monde, écrasé dans les temps tertiaires. C'est, à la régularité géométrique près, la réalité du grand principe, admirablement posé par Élie de Beaumont.

» Au nord, M. Suess reconnaît dans l'Europe centrale, de la Bretagne et du Cornouailles à la Belgique, à la Saxe et au delà, l'existence d'une seconde zone de plissements à laquelle se rattachent probablement les monts Célestes en Asie et les Alleghanys en Amérique : c'est le fuseau d'écrasement de la fin des temps primaires. Plus au nord, l'Écosse et la Norvège lui représentent un troisième fuseau d'origine encore plus ancienne. Ainsi l'on voit s'échelonner au nord des Alpes une série de rides qui sont venues successivement s'écraser contre un continent plus ancien, le *Vorland*, dont elles ont en quelque sorte moulé les anfractuosités. Telle est pour ce savant géologue la simplicité de l'histoire orogénique de l'Europe; trois zones de plissement venant successivement se former du nord au sud à l'époque silurienne, à l'époque carbonifère et pendant les âges tertiaires; les fragments des plus anciennes restant rigides et imposant une limite aux poussées latérales qui font surgir les plus récentes.

» Aucune de ces rides ne semble s'arrêter, ni se dévier, en arrivant à l'océan Atlantique, dont les côtes sont absolument indépendantes de la direction des chaînes de montagnes voisines. Au contraire, le long des côtes de l'océan Pacifique, les dislocations semblent s'infléchir pour le contourner. C'est une distinction capitale, que M. Suess a le premier fait ressortir, et l'étude détaillée des rivages lui permet de faire l'histoire des océans après celle des continents. Il montre que les trois grandes dépressions méridiennes, qui forment un trait si frappant de la géographie actuelle, n'ont ni la même origine ni la même histoire. L'océan Pacifique marque une dissymétrie presque originelle de la surface terrestre. L'océan Indien et l'océan Atlantique sont des dépressions relativement récentes qui ont commencé à s'accentuer l'une au début, l'autre vers la fin des temps secondaires.

» En dehors de ces résultats d'ensemble qui éclairent d'un jour nouveau la géographie des anciennes périodes, il faut encore mentionner les idées de M. Suess sur la dissymétrie des chaînes, qui concentrent sur un de leurs versants les lignes de fractures, les éruptions et, plus tard, les grands tremblements de terre; les vues nouvelles sur les mouvements d'ensemble de

la surface océanique qui ont amené à certaines époques le débordement presque général des mers au delà de leurs anciens rivages; enfin, la distinction capitale entre les accidents de l'écorce solide dus au mouvement centripète général et ceux qui résultent des efforts de plissements, c'est-à-dire des compressions horizontales. Cette distinction, pressentie depuis longtemps, mais restée jusqu'ici dans un domaine vague, devient, d'après l'auteur, un guide pour les études faites sur le terrain; elle permet de compléter l'histoire des anciennes chaînes de montagnes qui, après la période de plissement, se sont tassées, mais tassées inégalement. De là les compartiments restés en saillie (*Horste*) qui aident à reconstituer les chaînes disparues. Ils lui donnent de plus une mesure du retrait total résultant de ce mouvement centripète général, qui semble à l'auteur suffisant, sans invoquer d'oscillations séculaires, pour expliquer tous les reliefs de la surface.

» Quelles que soient les discussions auxquelles aient déjà donné lieu et que puissent encore susciter quelques-unes de ces idées, il est certain que l'œuvre de M. Suess aura dégagé, sous une forme définitive et avec simplicité, de grands traits de l'écorce terrestre. Son essai de synthèse a donné une puissante impulsion aux études investigatrices, notamment en ce qui concerne la formation des chaînes de montagnes, des continents et des océans. Il marque une étape nouvelle dans les progrès de la Géologie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Rechniowski adresse un Mémoire sur la « vitesse du mouvement du Soleil ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. H. Giuseppi adresse une Note relative à un chemin de fer économique aérien.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. L. Mirinny adresse une Note sur les périodes glaciaires et les phénomènes connexes.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences de l'Institut de Bologne** adresse une Lettre relative au méridien initial et à l'heure universelle.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de M. *Ph. Gilbert*, intitulées : « Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif » et « Sur quelques formules d'un usage général dans la Physique mathématique ». (Présenté par M. Resal.)

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, de diverses Cartes et Ouvrages nautiques, publiés pendant le mois de novembre 1889 et offerts par le Service hydrographique de la Marine :

	Numéros.	
Cartes......	4187.	Du port Baltick à l'île Hogland (golfe de Finlande).
	4233.	La Rance (de Saint-Servan au Chatelier).
	4348.	Ports de la côte nord d'Islande.
	4357.	Port Livingstone (embouchur du Rio Dulce-Guatemala).
	4363.	Ports des îles Bermudes (océan Atlantique).
	4362.	Détroit de Chine et ses abords (côte sud-est de la Nouvelle-Guinée).
	4364.	Mouillage de Kang-Hôa (côte Ouest de Corée).
	4366.	Ports et mouillages de la côte est d'Australie.
Ouvrages...	713.	Usage des instruments nautiques; par M. Guyon, capitaine de frégate.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, d'une collection de Livres rares de sciences, offerte par Mme Ve *de Sénarmont*, et s'exprime comme il suit :

« Notre ancien et très éminent Confrère de Sénarmont, qui a éclairé de si remarquables travaux la Physique, la Cristallographie, la Minéralogie et

la Géologie, était un bibliophile très érudit, et il avait réuni avec beaucoup de soins et avec grand'peine une collection de Livres de sciences curieux, dont son fils, M. Georges de Sénarmont, avait pieusement conservé les plus rares à titre de souvenir.

» C'est ce choix que Mme Ve de Sénarmont, conformément à l'intention exprimée par feu son mari, veut bien me charger d'offrir à l'Académie des Sciences, pour qu'ils soient déposés dans la Bibliothèque de l'Institut.

» Parmi les 94 Ouvrages dont je présente le Catalogue et que, pour la plupart, ne possède pas notre Bibliothèque, je citerai, entre autres :

» Divers Ouvrages de Papin : *Nouvelles expériences du vide et description des machines qui servent à les faire*, 1694; *Recueil de diverses pièces touchant quelques nouvelles machines et autres sujets philosophiques*, 1695; *New digester of bones*, London, 1707; *Ars nova ad aquam igne efficacissime elevandam*, 1707; *Nouvelle manière pour lever l'eau par la force du feu*, Cassell, 1707.

» Descartes : *Discours sur la méthode*, 1637, avec un autographe de l'auteur.

» Pascal : *Expériences nouvelles touchant le vide*, 1647; *Traité de l'équilibre des liqueurs*, etc., 1673.

» Bernard Palissy : *Discours admirables*, etc., 1585, édition originale; *Recette véritable par laquelle tous les hommes de Francc pourront apprendre à multiplier et à augmenter leurs trésors*, La Rochelle, 1513.

» Galilée : *Les mécaniques*, traduit de l'italien par le P. Mersenne, 1634; *Sidereus nuncius*, etc., 1610; *Systema cosmicum*, Lugduni, 1641.

» Kepler : *Dioptrice*, etc., 1611.

» Huygens : *Traité de la lumière*, 1690.

» Newton : *Traité d'Optique*, 1718.

» Bartholin : *Experimenta cristalli Islandici*, etc., Hafniæ, 1669, et *id.*, 1670.

» Porta : *De refractione*, 1593; *Pneumaticorum*, 1601.

» Guglielmini : *Reflessioni filosophiche*, Bologne, 1688.

» Galien : *L'art de naviguer dans les airs*, 1757.

» Robert de Berquen : *Merveilles des Indes orientales et occidentales*, 1661.

» Il y a un certain nombre de plaquettes et de Mémoires qui rempliront aussi plusieurs de nos lacunes.

» Ce qui rehausse encore la valeur de ce don, c'est qu'un certain nombre de ces Volumes portent des Notes écrites de la main de de Sénarmont. Ils constitueront donc, à double titre, pour l'Académie des Sciences, un souvenir précieux d'un des membres qui lui ont fait le plus d'honneur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Swift, faites à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Toulouse.* Note de M. **B. Baillaud.**

Dates 1889.		Étoiles de comparaison.	Grand.	(☄ — ★). Æ.	(☄ — ★). Déclin.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Nov. 21....	*a*	4916 B.D. + 12°	8,8	−0.35,6	−9.49	»
21....	*a*	Id.	»	−0.19,6	−7.35	»
23....	*b*	5037 B.D. + 13°	8	+0.24,0	+6.35	»

Positions des étoiles.

Dates 1889.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 21......	*a*	22.51.14,02	+1,84	13. 5.56,0	18,81	1032 W_1, H. XXII
21......	*a*	»	1,84	»	18,80	»
23......	*b*	22.54.47,53	1,83	13.24.20,6	18,84	6032 Glasgow

Positions apparentes de la comète.

Dates 1889.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 21.....	6.48.51	22.50.40,2	−∞	12.56.26	0,649
21.....	9.30.27	22.50.56,2	$\bar{1}$,455	12.58.40	0,683
23.....	6.13.16	22.55.13,3	−∞	13.31.14	0,643

» La comète est très faible.

» La première observation a été faite par M. Baillaud, les deux autres par M. Saint-Blancat. »

ASTRONOMIE — *Observations de la comète Swift* (16 *novembre* 1889), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet *et* Picart. Note de M. **G. Rayet.**

Comète Swift.

Dates 1889.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Nov. 23....	6.55.44,5	22.55.18,44	+$\bar{2}$,342	76.28. 7,6	−0,663	*a*	L. Picart.
27....	9. 9.30,5	23. 5.17,99	+$\bar{1}$,431	75.16. 7,6	−0,680	*b*	G. Rayet.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1889,0.

Étoiles de comp.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.........	Weisse$_1$, H. XXIII, n° 1070	22.53. 4,19	+1,83	76.32.49,5	−18,85
b.........	Schjellerup, n° 9561	23. 8.15,14	+1,88	75.13.59,8	−19,18

» La comète est très faible et très diffuse. Les observations sont assez difficiles. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Swift* (1889, *nov.* 17), *faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$; par MM. Trépied, Rambaud, Sy et Renaux. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1889.	★.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comp.	Obs.
				m s			
Nov. 20	*a*	W$_1$n° 949 XXII^h	9	+1.27,57	−8.19,8	18:18	R^d
22	*b*	W$_1$n° 1097 XXII^h	7	−1.15,06	−0.57,8	8:8	R^d
23	*c*	W$_1$n° 1111 XXII^h	8	+0.24,61	+6.29,5	14:14	S
25	*d*	W$_1$n° 1236 XXII^h	9	+0. 9,60	+0.15,8	8:8	T
25	*d*	Id.	»	+0.13,29	+0.45,4	9:9	R^x
25	*d*	Id.	»	+0.15,78	+1. 1,9	16:16	R^d
26	*e*	W$_1$n° 1235 XXII^h	7	+2.35,05	+3.12,0	18:18	S
26	*e*	Id.	»	+2.41,71	+3.59,7	12:12	R^d
26	*e*	Id.	»	+2.44,65	+4.22,1	9:12	R^x
27	*f*	W$_1$n° 21 XXII^h	9	+0.59,77	+6.30,7	15:16	S

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1889.	★.	Ascension droite moyenne 1889,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 20....	*a*	22.47. 8,08	+1,83	+12.48.10,5	+18,7	W$_1$
22....	*b*	22.54.20,37	+1,85	+13.15.55,7	+18,8	W$_1$
23....	*c*	22.54.47,38	+1,84	+13.24.19,2	+18,9	W$_1$
25....	*d*	23. 0. 2,96	+1,85	+14. 7.13,1	+19,0	W$_1$
26....	*e*	23. 0. 1,18	+1,83	+14.21.35,2	+19,1	W$_1$
27....	*f*	23. 4. 7,87	+1,85	+14.36. 9,1	+19,1	W

Positions apparentes de la comète.

Dates 1889.	Temps moyen d'Ager.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 20.........	8.50. 5	22.48.37,48	$\bar{1}$,390	+12.40. 9,4	0,580
22.........	8.36.34	22.53. 7,16	$\bar{1}$,357	+13.15.16,7	0,568
23.........	6.16. 8	22.55.13,83	$\bar{2},203_n$	+13.31. 7,6	0,541
25.........	8.33.28	23. 0.14,41	$\bar{1}$,364	+14. 7.47,9	0,555
25.........	9. 9.42	23. 0.18,10	$\bar{1}$,472	+14. 8.17,5	0,573
25.........	9.35.56	23. 0.20,59	$\bar{1}$,529	+14. 8.34,0	0,587
26.........	7.55.13	23. 2.38,06	$\bar{1}$,203	+14.25. 6,3	0,537
26.........	8.59.19	23. 2.44,72	$\bar{1}$,449	+14.25.54,0	0,564
26.........	9.27. 7	23. 2.47,66	1,515	+14.26.16,4	0,579
27.........	8. 8.10	23. 5. 9,49	$\bar{1}$,276	+14.42.58,9	0,537

THERMODYNAMIQUE. — *Image mécanique des phénomènes thermodynamiques.* Note de M. **Chaperon**, présentée par M. A. Cornu.

« On peut imaginer des systèmes purement mécaniques qui présentent, pour les transformations qu'ils font subir aux mouvements finis, une analogie frappante avec les machines thermiques. Nous allons décrire un de ces systèmes, qui est de la plus grande simplicité.

» Il se compose d'un point matériel ou d'une petite sphère de masse 1, mobile sur une droite tournante ; la force centrifuge est supposée équilibrée par un fil auquel est appliquée une force variable F ; on peut aussi supposer ce fil passant au centre sur une poulie et dans un axe creux, ou toute autre disposition qui rendrait accessible le point d'application de la force.

» Ce système a trois éléments variables : F la force extérieure, r le rayon OM et ω la vitesse angulaire ; ils sont liés par une relation $F = r\omega^2$, que l'on peut appeler l'*équation caractéristique du système*. On peut évidemment, par l'action d'une force extérieure, faire varier F et r ; nous admettons que l'on peut aussi faire varier ω par l'action d'un ou de plusieurs volants agissant sur l'axe comme une transmission à friction. Il est clair que ces volants, sources d'énergie, peuvent en communiquer au système quand leur vitesse est supérieure à celle de l'axe, et en recevoir dans le cas contraire. Nous supposerons, pour plus de simplicité, que cela

aura lieu suivant que ω_1, vitesse d'un de ces volants, sera $\gtrless \omega$, ce qui revient à supposer les diamètres égaux. On voit de suite que le système est susceptible alors d'une infinité de transformations; qu'il reçoit et absorbe de l'énergie sous deux formes distinctes : l'énergie de rotation et le travail de la force F ; enfin, qu'on pourra probablement transformer une quantité indéfinie d'une de ces énergies en l'autre, en travaillant en cycle fermé. On représentera graphiquement la série de transformation par des lignes.

» Étudions maintenant les lignes de transformation susceptibles de former ces cycles :

» I. *Lignes d'égale vitesse.* — On peut, avons-nous dit, fournir de l'énergie de rotation au système, pendant que la variation de la force F et du rayon r permettent de recueillir ou d'effectuer du travail sous une forme quelconque. On conçoit qu'en se servant convenablement des volants, on puisse maintenir la vitesse de rotation constante; il faut, pour cela, que les volants qu'on emploie aient en moins ou en plus une vitesse infiniment voisine de ω. La relation qui lie en ce cas la force et le rayon est $r\omega^2 = \mathrm{F}$. On peut considérer cette équation comme représentant une famille de lignes, le rang de chacune d'elles étant donné par une valeur particulière de ω. Ce sont simplement des droites divergeant de l'origine (en prenant comme coordonnées F et r).

» La quantité d'énergie fournie ou reçue par les volants entre deux points d'une ligne pareille, déterminée par les abscisses r et r', est facile à calculer; elle est égale à

$$\text{(A)} \qquad \int_r^{r'} r\omega^2\,dr + \tfrac{1}{2}(r'^2 - r^2)\omega^2 = (r'^2 - r^2)\omega^2,$$

c'est la grandeur de l'apport ou de la recette d'énergie de rotation, pour chaque ligne pareille dans un cycle.

» II. *Lignes de nulle transmission.* — On peut faire varier F et r comme précédemment, mais sans employer les volants-sources. On décrit ainsi une nouvelle série de lignes de transformation, dont on obtient aisément l'équation différentielle, qui n'est autre que l'équation des forces vives; on a ainsi

$$\text{(B')} \qquad d\tfrac{1}{2}r^2\omega^2 + r\omega^2\,dr = 0,$$
$$2r\omega^2\,dr + r^2\omega\,d\omega = 0,$$

qui s'intègre immédiatement et donne

$$\text{(B)} \qquad \mathrm{K} = r^2\omega, \qquad r^2 = \frac{\mathrm{K}}{\omega},$$

la valeur de la constante K fixant le rang de la courbe. On peut aussi exprimer l'équation en fonction de F et r et tracer les lignes sur les mêmes axes que les précédentes; on a

$$F = \frac{K^2}{r^3}.$$

» III. *Cycle.* — Le cycle que nous allons maintenant faire décrire à cet appareil se composera évidemment de deux lignes de chacune des espèces décrites. Le long des lignes d'égale vitesse, nous supposerons le mouvement entretenu par des volants ayant des vitesses infiniment voisines de ω et Ω; le long des lignes de nulle transmission, il n'y a que le jeu de la force F; pour avoir le rendement, il suffit donc de prendre le rapport comme formé avec les énergies de rotation reçues ou dépensées le long des lignes d'égale vitesse; on a ainsi

$$\rho = \frac{(r^2 - r'^2)\omega^2 - (r_1^2 - r_1'^2)\Omega^2}{(r_1^2 - r_1'^2)\Omega^2}$$

et, éliminant r_1^2, $r_1'^2$ par l'équation B des lignes de nulle transmission,

$$\rho = \frac{\omega - \Omega}{\Omega},$$

expression du rendement dans le cycle considéré. On peut en former un grand nombre d'autres, représentant la marche des anciennes machines à air, etc.

» *Conclusion.* — L'expérience du rendement que nous venons de trouver justifie le nom d'*image des phénomènes thermodynamiques*, donné à notre conception. Considérons, en effet, un gaz et le système décrit subissant des transformations parallèles; en considérant F, r et ω comme les images de p, v, T, les résultats donnés par le système thermique auront ainsi, comme on l'a vu, pour images ceux du système mécanique, et ce dernier obéira à une loi, qui n'est qu'une conséquence élémentaire de celles de la Dynamique, et qui est cependant l'image du principe de Carnot.

» L'analogie se continue, bien entendu, dans les conséquences : les lignes que nous avons étudiées correspondent aux isothermes et aux adiabatiques. La force vive de rotation qu'il faut transmettre aux systèmes, pour une variation infiniment petite, est représentée par le premier membre de l'équation (B') des lignes de nulle transmission. Elle est l'image de dQ, et n'est point intégrable; mais, si on la divise par ω, elle s'intègre et donne l'image de l'entropie $s = r^2\omega$.

» Pour rendre plus étroite l'analogie des propriétés de la variable ω et de la température, on peut supposer que les sources d'énergie de rotation consistent en un grand nombre de très petits volants. La course r et la force F restant cependant finies, on peut même admettre que le contact des volants et de l'axe n'est pas entièrement coordonné et est soumis en partie aux lois des probabilités. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la correspondance des équations caractéristiques des gaz.* Note de M. LADISLAS NATANSON, présentée par M. Lippmann.

« M. Van der Waals a établi, en 1880, qu'à des températures absolues, dites *correspondantes*, proportionnelles aux températures critiques des différents corps, les tensions P de leurs vapeurs saturées sont proportionnelles aux pressions critiques respectives (*Onderzoekingen omtrent de overeenstemmende eigenschappen, etc.* Amsterdam, 1880).

» On trouve dans un Mémoire posthume de M. Wroblewski, publié en novembre 1888 par l'Académie de Vienne, une proposition analogue, savoir : A des températures correspondantes, les pressions p_m, pour lesquelles le produit pv est minimum, sont proportionnelles, pour différents gaz, aux pressions critiques respectives. Ce résultat complète d'une manière naturelle la loi de M. Van der Waals. Si l'on construit, en effet, les courbes isothermes d'un corps au-dessus et au-dessous du point critique, en prenant les pressions pour abscisses, et les valeurs de pv pour ordonnées, on reconnaît aisément que les pressions p_m du gaz ne sont que la continuation, au delà du point critique, des tensions P de la vapeur saturée.

» Je proposerai de nommer *température spécifique* τ le rapport d'une température absolue t quelconque à la température critique du corps considéré, et d'adopter des définitions analogues pour les termes : *pression* (ou tension) *spécifique* π, *volume spécifique* ω. On énoncerait les propositions ci-dessus en disant que la relation de la tension des vapeurs saturées spécifique, ainsi que de la pression p_m spécifique avec la température spécifique τ est générale, c'est-à-dire indépendante de la nature des corps. La relation des pressions P et p_m avec la température n'étant qu'un cas particulier de celle qui existe entre les variables générales t, p, v, et qui se trouve exprimée par l'équation caractéristique du corps, il y a lieu de se demander *si, en général, les équations caractéristiques des différents corps ne deviennent*

pas identiques entre elles, lorsque les variables ordinaires t, p, v y sont remplacées par les variables spécifiques τ, π, ω. On peut s'assurer qu'il en est réellement ainsi, grâce aux expériences de MM. Cailletet et Mathias (*Journal de Physique*, t. V, p. 549; *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1563).

» En représentant par t_c, p_c, v_c, d_c les valeurs de la température, de la pression, du volume (rapporté au volume normal) et de la densité au point critique, on a :

Gaz.	t_c.		p_c.		d_c.		v_c.
	o		atm				
Acide carbonique. .	30,92	Andrews	77	Andrews	0,46	MM. C. et M.	0,00428
Acide sulfureux . . .	156,0	MM. C. et M.	79	M. Sajotchevsky	0,49	»	0,00587
Éthylène	9,2	M. V. de Waals	58	M. V. de Waals	0,22	»	0,00569
Protoxyde d'azote. .	36,4	M. Janssen	73	M. Janssen	0,41	»	0,00480

» J'ai comparé la compressibilité de ces gaz à des températures correspondantes, en me basant sur les expériences de M. Roth (*Annales de M. Wiedemann*, t. XI, p. 1) et de M. Janssen (*Stickstoffoxydule*, Leyde, 1877). Soit, par exemple, l'acide carbonique à 49°,5 ($\tau = 1,061$). Pour l'acide sulfureux, on trouve des expériences instituées à 183°,2, où $\tau = 1,063$; à ces températures, les courbes isothermes sont donc à très peu près comparables entre elles. Pour l'éthylène et le protoxyde d'azote, les températures correspondantes seraient 26°,45 et 55°,3. Des expériences directes n'ayant pas été réalisées à ces températures, j'ai construit, par interpolation graphique et avec toute l'exactitude possible en pareille matière, les courbes qui conviendraient à ces températures, en me servant soit de courbes de pression constante (isopiéziques), soit de courbes de volume constant. Voici le résultat final du calcul :

Gaz.	CO^2 (à 49°,5).	C^2H^4 (à 26°,45).	SO^2 (à 183°,2).	CO^2.	C^2H^4.	SO^2.	C^2H^4.	CO^2.
p (en atm.).	20,0	16,0	28,0	30,0	22,5	32,0	24,6	40,0
v	0,05442	0,06400	0,05397	0,03405	0,04400	0,04481	0,04000	0,02443
π	0,259	0,276	0,354	0,389	0,389	0,405	0,424	0,519
ω	12,703	11,256	9,194	7,948	7,738	7,634	7,035	5,703

	SO^2.	CO^2.	C^2H^4.	CO^2.	C^2H^4.	Az^2O (à 55°,3).	SO^2.	CO^2.
p (en atm.).	50,0	50,0	40,9	60,0	51,0	67,4	80,0	80,0
v	0,02784	0,01846	0,02132	0,01419	0,01599	0,01154	0,01578	0,00881
π	0,633	0,649	0,705	0,779	0,879	0,923	1,012	1,039
ω	4,743	4,309	3,750	3,312	2,812	2,403	2,688	2,056

» En représentant ces valeurs de τ et ω par une construction graphique,

on reconnaît que les courbes relatives aux différents gaz se confondent sensiblement entre elles et constituent, par suite, *une courbe unique,* indépendante de la nature des corps considérés, l'*isotherme* $\tau = 1,061$. Il s'ensuivrait que l'équation caractéristique, sous sa forme habituelle, ne contient que trois constantes spécifiques. »

OPTIQUE. — *Méthode pour mesurer les aberrations sphérique et chromatique des objectifs du microscope.* Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Mascart.

« En étudiant la théorie, jusqu'alors insuffisante, d'une méthode d'optométrie, connue sous le nom de *kératoscopie de Cuignet*, j'ai eu l'occasion d'observer sur un œil artificiel des effets liés aux aberrations de sphéricité et de réfrangibilité. J'ai dès lors formé le projet d'appliquer cette méthode d'examen à l'étude des aberrations de l'œil et des objectifs du microscope; c'est par ces derniers que j'ai commencé.

» Le principe n'est autre que celui qui a permis à Foucault de mettre en pratique sa méthode des retouches locales. Un œil, armé d'un petit trou percé dans un écran et accommodant pour la surface de l'objectif, voit la surface libre de l'objectif éclairée dans les points où la traversent les rayons isolés par le petit trou; tous les autres points, dont les rayons sont arrêtés par les parties pleines de l'écran, paraissent obscurs. Supposons que l'objet soit un point lumineux monochromatique, situé sur l'axe principal de l'objectif. Si le petit trou est d'un côté de l'axe, la région éclairée est du même côté ou du côté opposé, suivant que les rayons correspondants coupent l'axe en arrière ou en avant du plan du petit trou; si le petit trou se déplace transversalement, dans un sens déterminé, la limite de la zone claire se déplacera, sous les mêmes conditions, dans le même sens (direct) ou en sens contraire (inverse). Si donc l'observateur se déplace le long du pinceau, tant qu'il sera en deçà ou au delà des points de croisement des rayons, la marche de la lumière, dans toute l'étendue du déplacement du trou, sera directe ou inverse. Au contraire, dans toute l'étendue de la zone limitée par les points extrêmes d'entre-croisement des rayons, il y aura simultanément marche directe et inverse pour un certain nombre de positions du petit trou pendant un même déplacement transversal.

» L'étude de l'aberration chromatique se fera de la même manière, les régions éclairées présentant la couleur des rayons isolés par le petit trou, quand on opère avec de la lumière blanche.

» J'ai tout d'abord essayé de mesurer directement l'aberration longitudinale; ce procédé était pénible toujours et inapplicable souvent, à cause de l'étendue énorme de l'aberration, les foyers des rayons centraux et marginaux pouvant être de part et d'autre de l'objectif. Je me suis alors appliqué exclusivement à la mesure de l'aberration transversale, qui est très commode; c'est seulement dans les cas où celle-ci deviendrait trop faible que le premier procédé deviendrait avantageux.

» L'objet était une fente lumineuse, tracée à l'aide d'un bon rasoir dans la couche d'argent déposée sur une glace; j'ai obtenu aisément des fentes à bords suffisamment réguliers dont la largeur variait de $0^{mm},005$ à $0^{mm},0025$, suivant les échantillons. Cette fente était recouverte d'un couvre-objet ordinaire collé au baume de Canada; je me plaçais ainsi dans les mêmes conditions que les constructeurs. Le petit trou, d'un diamètre de $0^{mm},8$, se déplaçait perpendiculairement à la fente, et ce déplacement était lu sur une division donnant le $\frac{1}{10}$ de millimètre. Le microscope était réglé de façon que l'image présentât le maximum de netteté dans le plan même du petit trou; la distance de celui-ci à la fente-objet placée sur la platine était toujours la même, $0^{m},20$.

» L'image se décompose généralement en deux parties : l'une dont les rayons fournis par la zone marginale de l'objectif présentent une aberration d'un sens déterminé, l'autre correspondant à la zone centrale dont l'aberration est de sens contraire; les limites de cette dernière zone sont d'ailleurs d'autant plus faciles à déterminer que l'intensité moyenne de la lumière y est beaucoup plus forte. Or, en retranchant du déplacement total (entre les limites d'apparition et d'extinction de la lumière) le déplacement relatif à la zone centrale, j'obtenais toujours le même résultat, sensiblement, qu'en tenant compte des dimensions de la fente et du trou mesurées directement. Il est clair, d'ailleurs, que ce mode d'élimination ne peut produire qu'une erreur par défaut, puisqu'on néglige l'aberration de la zone centrale.

» Les objectifs que j'ai étudiés, tous modernes et portant les marques des meilleurs constructeurs de France et d'Allemagne, m'ont tous donné une aberration sphérique nettement mesurable depuis les plus faibles (longueur focale, 20^{mm}, et ouverture, $20°$) jusqu'aux plus forts ($2^{mm},2$ et plus de $150°$). Suivant les échantillons et suivant leur puissance, l'aberration transversale, tantôt positive, tantôt négative, variait de quelques dixièmes de millimètre jusqu'à plusieurs millimètres; que ces objectifs fussent à sec ou à immersion homogène, avec ou sans correction.

» Pour mesurer l'aberration de sphéricité, je plaçais par-dessus le petit trou un verre coloré qui me donnait une lumière à peu près monochromatique; pour l'aberration chromatique j'opérais en lumière blanche et je me suis contenté de juger de sa valeur par l'intensité des variations de teintes. Presque tous les objectifs étaient entachés d'aberration chromatique sensible; mais j'en ai trouvé plusieurs, parmi les faibles et parmi les plus forts, où elle était à peine sensible et même tout à fait inappréciable; et cependant ces derniers étaient construits simplement avec du flint et du crown.

» Ainsi, dans l'état actuel de la construction, le problème de l'achromatisme peut être considéré comme résolu, tandis qu'il est loin d'en être ainsi pour l'aplanétisme. C'est donc à la correction de l'aberration sphérique qu'il faut s'appliquer aujourd'hui si l'on veut perfectionner les objectifs [1]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique de la tour Eiffel et de ses prises de terre.* Note de M. **A. Terquem**, présentée par M. Mascart.

« La tour Eiffel étant la première construction en fer d'aussi grande dimension dans le sens vertical, et devant, en raison de sa forme, subir de la part de l'électricité atmosphérique une action considérable, il a paru intéressant de vérifier, par des mesures précises, les conditions de sa conductibilité propre et de ses liaisons avec la terre. La tour est munie actuellement de neuf paratonnerres, surmontés d'une aigrette de pointes et reliés directement à la charpente en fer qui fait l'office de conducteur; on a pensé que cette charpente, assemblée au moyen d'innombrables rivets placés à chaud et en réunissant les diverses parties avec une pression très considérable, formerait une masse aussi conductrice que si l'on avait eu recours aux soudures habituelles.

» Les prises de terre, destinées à assurer la liaison avec le sol, sont au nombre de huit, par groupe de deux pour chaque pile; pour les piles nord et ouest, ce sont des tubes en fonte, de 20^{cm} de diamètre, descendant verticalement à 12^{m} environ au-dessous de la surface du sol à la cote 20^{m}; pour les piles est et ouest, ce sont de gros tubes de 50^{cm} de diamètre, descendant verticalement d'abord, puis se recourbant à angle droit sur une longueur moyenne de 18^{m}; ils sont enfouis dans les alluvions de la Seine, à la cote

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

26m. Provisoirement, les perd-fluides sont réunis à la tour par des câbles en fer et des bandelettes en fer feuillard, appliquées sur les charpentes.

» On s'est servi pour la mesure des conductibilités, une première fois d'un pont de Wheatstone, construit par M. Gaiffe pour la vérification des paratonnerres des magasins à poudre; la seconde fois, on a opéré simultanément avec un autre appareil du même constructeur, muni d'un galvanomètre à réflexion du type Deprez et d'Arsonval, qui permet un emploi commode de la méthode de Mance. La détermination de la résistance d'une prise de terre exige trois expériences et deux prises de terre auxiliaires, dont on mesure la somme des résistances deux à deux. Les trois inconnues sont données par trois équations du premier degré.

» Dans l'espèce, il a suffi de combiner deux à deux les prises de terre de la tour elle-même.

» Pour mesurer la conductibilité de la tour, le câble de transmission du phare et des projecteurs a été isolé d'abord des appareils et mis en communication avec la base du paratonnerre central; on a ensuite relié la base du câble et une charpente de la pile ouest aux deux bornes du pont, la tour fermant le circuit. La résistance, mesurée plusieurs fois, a été trouvée égale, au degré d'approximation des appareils, à la résistance des câbles qui avaient servi aux connexions. La résistance de la tour est donc négligeable.

» Pour mesurer la résistance des perd-fluides, on les a isolés de la tour dans les piliers est, sud et ouest, et l'on a obtenu, pour trois d'entre eux :

	ω
E_1.......	0,3
S_1.......	0,3
O_1.......	3,2

» Dans la deuxième série d'expériences, on a isolé les perd-fluides N_1 et N_2 de la pile nord, en prenant comme troisième terre E la base de la tour à la pile est. La méthode du pont avec le premier appareil Gaiffe et la méthode de Mance avec le second appareil ont donné :

	ω		ω
E........	0,1	E........	0,15
N_1.......	0,9	N_1.......	1,05
N_2.......	1,1	N_2.......	1,35

» Pour la méthode de Mance, la pile employée était composée de 2 élé-

ments au sulfate acide de bioxyde de mercure, pile très constante et n'ayant que $1^{\omega},9$ de résistance.

» On a enfin isolé le perd-fluide E_1 de la pile est, en le comparant aux deux perd-fluides de la pile nord; les expériences ont donné :

	ω
E_1	0,2
N_1	1,1
N_2	1,3

» Il semble qu'il peut être conclu de ces expériences, faites à deux mois d'intervalle, dans des conditions variées comme méthode et comme appareils, que la concordance des résultats obtenus offre de sérieuses garanties d'exactitude.

» La tour elle-même doit être considérée comme un assemblage de charpentes parfaitement en contact les unes avec les autres, formant un conducteur de résistance inappréciable; sa liaison avec le sol, au moyen de huit perd-fluides et des canalisations, est excellente, puisque la résistance n'a été trouvée que de $0^{\omega},1$ ou $0^{\omega},15$ au plus pour une seule pile.

» Les perd-fluides des piliers est et sud, qui offrent une très grande surface enfouie dans les alluvions de la Seine, n'ont que très peu de résistance, $0^{\omega},3$; quant aux perd-fluides des piliers nord et ouest, si leur résistance est plus forte, $1^{\omega},1$ et $3^{\omega},2$, c'est sans doute parce que leur surface est beaucoup moindre et qu'ils traversent les caissons en béton formant les assises de la tour.

» En résumé, nous pensons que l'ensemble des paratonnerres de la tour Eiffel, établi suivant les savantes indications de MM. Becquerel, Berger et Mascart, peut être considéré comme très parfait, et qu'il est de nature à exercer sa protection dans un rayon considérable. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur la préparation et sur la densité du fluor.* Note de M. **Henri Moissan**, présentée par M. Troost.

« Dans ces nouvelles recherches, nous complétons nos premières études sur le fluor en préparant, à l'état de pureté, ce corps gazeux en plus grande quantité et en déterminant quelques-unes de ses constantes physiques.

» Le procédé de préparation est identique à celui que nous avons décrit antérieurement; seulement, notre nouvel appareil a des dimensions beau-

coup plus grandes que le précédent. Le tube en U en platine, dans lequel se produit l'électrolyse, a une capacité de 160^{cc}, et il peut contenir, pendant la préparation, environ 100^{cc} d'acide fluorhydrique.

» Il était indispensable, dans ces nouvelles expériences, d'obtenir du fluor absolument pur, c'est-à-dire bien débarrassé des vapeurs d'acide fluorhydrique qu'il entraîne au moment de sa formation. Pour obtenir ce résultat, nous avons disposé, à la suite de l'appareil à électrolyse, un petit serpentin de platine servant de condensateur et maintenu dans du chlorure de méthyle à aussi basse température que possible, environ — 50°. Comme l'acide fluorhydrique bout à 19°,5, la presque totalité de ce composé sera retenue à l'état liquide au fond du serpentin ; le gaz fluor n'entraînera que la faible quantité d'acide correspondant à la tension de vapeur de l'acide fluorhydrique à — 50°, c'est-à-dire à une température inférieure de 70° à son point d'ébullition. A la suite de ce petit serpentin, on plaçait deux tubes de platine remplis de fragments de fluorure de sodium, sel qui n'attire pas l'humidité et qui doit être préféré au fluorure de potassium. Ce composé s'empare de l'acide fluorhydrique, à la température ordinaire, avec une grande énergie en formant un fluorhydrate de fluorure.

» Le fluor que l'on obtient au moyen de ce nouvel appareil possède toutes les réactions que nous avons indiquées précédemment. Il ne produit pas de fumées dans l'air sec, et il peut être conduit au moyen de petits tubes flexibles en platine dans les appareils destinés à le recevoir.

» Pour prendre la densité de ce gaz, je me suis servi de petits flacons en platine, analogues à ceux employés par M. Berthelot pour la détermination des chaleurs spécifiques des liquides (¹) et dont la forme rappelait celle de l'appareil à densité de M. Chancel (²).

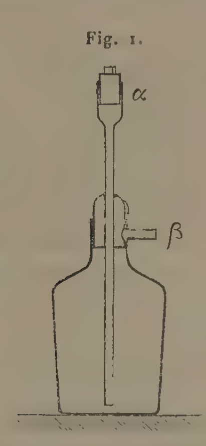
» Notre appareil se compose (*fig.* 1) d'un flacon en platine fermé par un bouchon cylindrique portant une petite ouverture qui peut correspondre à la tubulure latérale β. Par un simple mouvement de rotation du bouchon, il est donc facile de faire communiquer le gaz contenu dans le flacon avec l'air extérieur. Enfin un petit tube, soudé au bouchon et le traversant, plonge jusqu'au fond de l'appareil et est fermé à sa partie supérieure par un cylindre de platine. Le bouchon de platine, qui tourne sur

(¹) Berthelot, *Appareil pour mesurer la chaleur spécifique des liquides* (*Annales de Chimie et de Physique,* 5ᵉ série, t. XII, p. 559).

(²) Chancel, *Détermination de la densité des gaz* (*Comptes rendus,* t. XCIV, p. 626).

lui-même et qui forme robinet, ainsi que le petit bouchon supérieur, ont été polis et ajustés avec beaucoup de soin. Ce petit appareil contient environ 100^{cc}, et son poids est voisin de 70^{gr}. On voit donc qu'il nous était facile, dans ces conditions, d'obtenir des pesées très exactes.

Fig. 1.



» Voici comment l'expérience était conduite. Les deux flacons sont équilibrés sur la balance au moyen d'une tare. L'un d'eux est ensuite retiré et rempli d'azote pur et sec en le faisant traverser pendant quinze à vingt minutes par un courant de ce gaz. Sans toucher aux robinets, on faisait alors arriver le courant de fluor au moyen d'un ajutage de platine entrant à frottement doux dans l'entonnoir supérieur; ce gaz, ayant une densité plus grande que celle de l'azote, emplissait lentement l'appareil et sortait par l'ouverture β. Lorsque le silicium froid, placé auprès du petit ajutage β, s'enflammait avec facilité, on laissait passer le courant gazeux pendant cinq minutes pour balayer l'azote autant que possible, puis l'on faisait faire un demi-tour au bouchon de platine et l'on fermait α. Au moyen d'une pince en bois, le petit appareil était placé sous une cloche et porté ensuite sur le plateau de la balance. On notait l'augmentation de poids. Pour déterminer le volume occupé par le fluor, on retournait rapidement le flacon dans une capsule remplie d'eau distillée et l'on ouvrait le bouchon α. Le fluor décomposant l'eau instantanément, il se fait de l'acide fluorhydrique qui entre de suite en solution, et il reste de l'oxygène mélangé de la petite quantité d'azote qui n'a pas été déplacée par le courant de fluor. Le volume restant est recueilli, mesuré et analysé par le pyrogallate de potasse. On détermine ainsi le volume de l'azote et par diffé-

rence, connaissant la capacité du flacon, le volume réel du fluor. Il est donc facile d'en déduire la densité.

» Trois déterminations nous ont fourni les chiffres 1,262, 1,265 et 1,27. Nous adopterons donc, d'après ces recherches, le chiffre moyen de 1,265.

» La densité théorique du fluor, obtenue en multipliant la densité de l'hydrogène 0,06927 par l'équivalent du fluor 19, est de 1,316; elle est donc plus élevée de 0,05 que la densité expérimentale.

» Nous ferons remarquer, à propos de cette différence, que, dans nos recherches antérieures sur le trifluorure de phosphore, nous avions trouvé déjà une densité un peu plus faible, ce qui pourrait peut-être laisser supposer que la détermination de l'équivalent du fluor a fourni un chiffre un peu élevé. Nous nous occupons en ce moment de vérifier ce dernier point.

» Nos expériences ont été faites avec une balance qui accusait aisément 0,0005 avec 70^{gr} dans chaque plateau. De plus, le flacon de platine présente cet avantage de mettre rapidement le gaz qu'il contient en équilibre de température avec l'air contenu dans la cage de la balance. Des expériences comparatives, faites dans nos appareils avec différents gaz, nous ont fourni des résultats très exacts que nous attribuons justement à ces conditions expérimentales.

» En résumé, la densité du fluor pur a pu être déterminée : elle est de 1,26, c'est-à-dire très voisine de la densité théorique. »

PHYSIQUE. — *Conductibilités électriques et affinités multiples de l'acide aspartique;* par M. **Daniel Berthelot.**

« Dans une Note précédente, j'ai discuté les réactions de l'acide aspartique en me préoccupant seulement de sa fonction acide. Je vais examiner les conséquences de sa fonction alcaline. La température étant de 12°, la conductibilité de l'acide aspartique et surtout celle de l'acide chlorhydrique ont un peu varié. J'emploierai dans les calculs suivants les nombres 0,251 et 2,970 observés à cette température :

	Observé.	Calculé.	Δ.	Abaissement relatif.
$\frac{1}{4}(C^8H^7AzO^8 + 3HCl)$	1,983	2,290	0,307	0,134
$\frac{1}{3}(C^8H^7AzO^8 + 2HCl)$	1,680	2,063	0,383	0,185
$\frac{1}{2}(C^8H^7AzO^8 + HCl)$	1,178	1,610	0,432	0,267
$\frac{1}{3}(2C^8H^7AzO^8 + HCl)$	0,771	1,157	0,386	0,333
$\frac{1}{4}(3C^8H^7AzO^8 + HCl)$	0,603	0,930	0,327	0,351

Voici maintenant le calcul fait comme il a été expliqué, de manière à mettre en évidence l'action de chaque molécule en excès :

	Observé.	Calculé.	Δ.	Abaissement relatif.
$\frac{1}{4}$($C^8H^7AzO^8 + 3HCl$)...........	1,983	2,005	0,022	0,011
$\frac{1}{3}$($C^8H^7AzO^8 + 2HCl$)...........	1,680	1,775	0,095	0,053
$\frac{1}{2}$($C^8H^7AzO^8 + HCl$)...........	1,178	1,610	0,432	0,267
$\frac{1}{3}$($2C^8H^7AzO^8 + HCl$)...........	0,771	0,869	0,098	0,112
$\frac{1}{4}$($3C^8H^7AzO^8 + HCl$)...........	0,603	0,641	0,038	0,059

» Ainsi, quand on mêle 1 molécule d'acide chlorhydrique et 1 molécule d'acide aspartique, il y a réaction très marquée. La conductibilité observée est inférieure d'un quart à la conductibilité calculée. Ceci indique une diminution du nombre des molécules conductrices, c'est-à-dire la formation d'un chlorhydrate de l'alcali complexe.

» Quand on ajoute 1 molécule d'acide aspartique, l'abaissement relatif de conductibilité qui lui est dû n'est plus que la moitié de celui qui correspond à la première molécule; pour la troisième, le quart.

» Si l'on ajoute, inversement, une seconde molécule d'acide chlorhydrique, l'abaissement qui lui correspond n'est que le cinquième de celui qui est dû à la première molécule.

» Ceci témoigne des équilibres qui se produisent en raison de la fonction alcaline et de l'action dissociatrice de l'eau.

» Mélanges d'aspartate de soude et d'acide aspartique, vers 14° :

	Observé.	Calculé.	Δ.
$\frac{1}{4}$($3C^8H^7AzO^8 + C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,227	0,322	0,095
$\frac{1}{3}$($2C^8H^7AzO^8 + C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,260	0,345	0,085
$\frac{1}{2}$($C^8H^7AzO^8 + C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,317	0,392	0,075
$\frac{1}{3}$($C^8H^7AzO^8 + 2C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,400	0,439	0,035

» Mettons en évidence l'action chimique propre de chacune des molécules en excès de l'un des corps :

	Observé.	Calculé.	Δ
$\frac{1}{4}$($3C^8H^7AzO^8 + C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,227	0,258	0,031
$\frac{1}{3}$($2C^8H^7AzO^8 + C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,260	0,295	0,035
$\frac{1}{2}$($C^8H^7AzO^8 + C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,317	0,392	0,075
$\frac{1}{3}$($C^8H^7AzO^8 + 2C^8H^6NaAzO^8$)...........	0,400	0,389	—0,011

» Quand on mêle l'acide aspartique et l'aspartate à molécules égales, il y a abaissement de conductibilité, ce qui indique un sel double.

» Si l'on ajoute de l'acide aspartique en excès, les différences Δ vont en décroissant.

» Mélanges d'aspartate de soude et de soude, à 14° :

	Observé.	Calculé.	Abaissements Δ.	relatif.
$\frac{1}{4}$($C^8H^6NaAzO^8 + 3NaO$)	0,921	1,288	0,367	0,284
$\frac{1}{3}$($C^8H^6NaAzO^8 + 2NaO$)	0,854	1,205	0,351	0,291
$\frac{1}{2}$($C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,672	1,037	0,365	0,352
$\frac{1}{3}$($2C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,574	0,869	0,295	0,339
$\frac{1}{4}$($3C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,550	0,785	0,235	0,299
$\frac{1}{6}$($5C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,536	0,701	0,165	0,235

» Mettons en évidence l'action propre des molécules successives :

	Observé.	Calculé.	Abaissements Δ.	relatif.
$\frac{1}{4}$($C^8H^6NaAzO^8 + 3NaO$)	0,921	1,020	0,099	0,097
$\frac{1}{3}$($C^8H^6NaAzO^8 + 2NaO$)	0,854	0,961	0,107	0,111
$\frac{1}{2}$($C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,672	1,037	0,365	0,353
$\frac{1}{3}$($2C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,574	0,616	0,042	0,068
$\frac{1}{4}$($3C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,550	0,564	0,014	0,025
$\frac{1}{6}$($5C^8H^6NaAzO^8 +$ NaO)	0,536	0,544	0,008	0,014

L'action de la première molécule de soude est très forte; l'action de la deuxième est environ trois fois moindre, ainsi que celle de la troisième.

» De même, l'action de la deuxième molécule d'aspartate est beaucoup moindre que celle de la première; l'action de la troisième et celle de la quatrième diminuent de plus en plus.

» Il ne reste plus qu'à examiner les mélanges d'aspartate de soude et de chlorure de sodium. La température était de 13° :

	Observé.	Calculé.	Δ.	Abaissement relatif.
$\frac{1}{3}$($2C^8H^6NaAzO^8 +$ NaCl)........	0,607	0,635	0,028	0,044
$\frac{1}{2}$($C^8H^6NaAzO^8 +$ NaCl)........	0,653	0,686	0,033	0,048
$\frac{1}{3}$($C^8H^6NaAzO^8 + 2NaCl$)........	0,701	0,736	0,035	0,047
$\frac{1}{4}$($C^8H^6NaAzO^8 + 3NaCl$)........	0,729	0,762	0,033	0,043
$\frac{1}{6}$($C^8H^6NaAzO^8 + 5NaCl$)........	0,758	0,787	0,029	0,037

» Il y a encore formation d'un sel double par l'union des deux sels simples, mais en proportion bien moindre que précédemment.

» Le Tableau suivant fait ressortir l'influence propre de chaque molécule nouvelle de l'un des corps réagissants :

	Observé.	Calculé.	Δ.
$\frac{1}{3}$($2C^8H^6NaAzO^8 +$ NaCl)............	0,607	0,613	0,006
$\frac{1}{2}$($C^8H^6NaAzO^8 +$ NaCl)............	0,653	0,686	0,033
$\frac{1}{3}$($C^8H^6NaAzO^8 + 2NaCl$)............	0,701	0,715	0,014
$\frac{1}{4}$($C^8H^6NaAzO^8 + 3NaCl$)............	0,729	0,735	0,006
$\frac{1}{6}$($C^8H^6NaAzO^8 + 5NaCl$)............	0,758	0,765	0,007

» On voit que la seconde molécule d'aspartate a une action presque négligeable. La seconde molécule de chlorure de sodium a une action faible; les suivantes, une action négligeable.

» En résumé, j'ai étudié par la méthode des conductibilités électriques les mélanges en diverses proportions : 1° d'acide aspartique et de chlorure de sodium; 2° d'aspartate de soude et d'acide chlorhydrique; 3° d'acide aspartique et d'acide chlorhydrique; 4° d'aspartate de soude et d'acide aspartique; 5° d'aspartate de soude et de soude; 6° d'aspartate de soude et de chlorure de sodium. Le phénomène résultant est, dans chaque cas donné, la résultante des affinités simples, prévues par la théorie et constatées au cours de cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques faits relatifs à l'analyse des sucres.* Note de MM. E. **Jungfleisch** et L. **Grimbert**.

« Nous avons vu (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 144) que les acides faibles ne modifient pas le pouvoir rotatoire de la lévulose, alors que les acides forts l'augmentent d'une quantité toujours importante, mais variable avec les circonstances. Ce fait a une influence considérable sur l'exactitude de diverses méthodes usitées dans l'analyse des sucres.

» Nous nous occuperons d'abord de la méthode classique de Clerget, suivant laquelle on fait, avec le polarimètre et par interversion, l'analyse d'un mélange de saccharose et de sucre interverti. Dès son origine, M. Peligot et Dubrunfaut lui ont reproché de forcer le poids du saccharose; une pratique prolongée a confirmé ce jugement, sans faire connaître cependant la cause de l'erreur commise. Cette cause est mise en évidence par nos expériences, qui révèlent une irrégularité grave dans le principe même de la méthode.

» Pour simplifier, nous supposerons qu'en s'intervertissant le saccharose ne change pas de poids, et nous prendrons, pour le pouvoir rotatoire du sucre interverti, des chiffres établis en conséquence. De plus, nous nommerons *sucre interverti normal* le mélange à poids égaux de glucose et de lévulose non altérée par les acides forts; ce mélange, supposé de même poids que le saccharose générateur, donne $\alpha_D = -21°,16$ à 15° pour une dissolution à 20 pour 100.

» Le procédé de Clerget peut être traduit de la façon suivante. A étant la déviation produite par 1 décimètre de la liqueur dans laquelle on cherche

les poids x et y du saccharose et du sucre interverti, A′ étant la déviation due à la même liqueur intervertie par un acide fort sans changer de concentration, $\alpha_D = +67°,31$ et $\alpha_D = -24°,31$ étant les pouvoirs rotatoires du saccharose et du sucre interverti, on établit deux équations donnant x et y :

$$\frac{67,31}{100}x - \frac{24,31}{100}y = A \quad \text{et} \quad \frac{24,31}{100}(x+y) = A'.$$

» Les résultats obtenus ainsi sont le plus souvent inexacts. Contrairement à ce que suppose la première équation, le sucre interverti préexistant est normal dans les produits sucrés naturels ou industriels n'ayant pas subi l'action des acides forts, et son pouvoir rotatoire, d'abord voisin de $\alpha_D = -21°,16$, augmente beaucoup pendant l'interversion. En supposant que ce pouvoir devienne aussi $\alpha_D = -24°,31$, le calcul indique une erreur en plus sur le saccharose, erreur proportionnelle à $\frac{y}{x}$, c'est-à-dire croissante avec le poids du sucre interverti préexistant (1,133 pour 100 avec 3 parties de saccharose et 1 partie de sucre interverti; 3,40 pour 100 avec parties égales; 10,2 pour 100 avec 1 partie et 3 parties).

» Toutefois, ces calculs exagèrent l'erreur commise. Nous avons vu, en effet, que si l'on traite par les acides forts, dilués, du saccharose ou du sucre interverti normal, le produit est toujours plus fortement lévogyre dans le premier cas que dans le second; autrement dit, la lévulose se modifie davantage, sous l'influence de l'acide fort, au moment même où elle prend naissance dans l'interversion, que lorsqu'elle a été formée antérieurement à l'état normal. C'est ainsi que, par le traitement de Clerget, nous avons vu le pouvoir rotatoire du sucre interverti normal passer de $-21°,16$ à $-22°,88$; l'erreur en plus, dans cette circonstance, atteint encore 1,80 pour 100 sur le poids du saccharose dans un mélange à parties égales, et 5,60 pour 100 dans un mélange de 1 partie de saccharose avec 3 parties de sucre interverti; dans les deux cas, le poids des deux sucres réunis est trop faible de 2,95 pour 100.

» Dans l'essai d'un sucre cristallisé industriel, pauvre en sucre interverti, l'écart est peu marqué et passe inaperçu; aussi la méthode a-t-elle continué à être appliquée en pareil cas; ce qui précède explique son échec et son abandon quand il s'agit de substances riches en sucre interverti, les sucs de fruits acides, par exemple.

» Lorsque la matière analysée contient la glucose et la lévulose en quantités inégales, on détermine parfois ses trois composants à l'aide d'un

calcul analogue, en établissant une troisième équation par le dosage des sucres qui réduisent la liqueur cupropotassique. Les mêmes réserves s'appliquent encore en pareil cas.

» Comme moyen de remédier aux inconvénients signalés, le remplacement des acides forts par les acides faibles se présente tout d'abord à l'esprit. Nous avons dit, en effet, que l'acide acétique, par exemple, intervertit le saccharose sans modifier la lévulose produite. Il donne des résultats exacts avec les solutions sucrées pures de substances étrangères; mais en l'appliquant aux mêmes liqueurs additionnées de différents sels, nous avons constaté des faits inattendus, qui s'opposent à la généralisation de son usage. L'interversion par l'acide acétique étant employée par quelques chimistes, nous préciserons, d'après nos expériences, la valeur des renseignements qu'elle fournit.

» 1° Les acétates alcalins, qui n'empêchent pas l'interversion du saccharose par les acides forts employés en excès, entravent l'interversion par l'acide acétique, même employé en très grand excès. En présence de 1 molécule d'acétate de soude, 1 molécule de saccharose n'est pas complètement intervertie, même à 100° pendant une demi-heure, par des poids d'acide acétique atteignant jusqu'à 80 molécules; l'interversion atteint 5,59 pour 100 du sucre avec 1 molécule d'acide; 46,5 pour 100 avec 20 molécules; 65,8 pour 100 avec 40 molécules; 80 pour 100 avec 80 molécules; la concentration modifie peu les chiffres obtenus. L'accord des observations faites, soit avec le polarimètre, soit par la réduction du cuivre, montre qu'il ne s'agit pas ici d'une simple action du sel sur les propriétés optiques du produit; d'ailleurs, l'addition de l'acétate à la liqueur déjà intervertie par l'acide acétique n'a qu'une influence négligeable sur la déviation observée.

» 2° Les citrates, les formiates, les lactates et les tartrates alcalins, les acétates de zinc et de plomb, etc., se conduisent d'une façon analogue. L'acétate de chaux est notablement moins actif.

» 3° Les sels des acides forts monobasiques (HCl, HBr, HI, $AzHO^6$, $ClHO^6$, etc.) n'empêchent pas l'interversion par l'acide acétique. Les sels neutres des acides forts bibasiques la diminuent lorsque leur métal est monovalent (K, Na), mais non quand leur métal est bivalent (Zn, Cd, Mg, Mn). Les sels acides des acides forts polybasiques n'entravent pas l'interversion par l'acide acétique; quelques-uns d'ailleurs l'effectuent eux-mêmes (bisulfates, bioxalates).

» En dehors de toute autre cause perturbatrice pouvant coexister, ces

faits suffisent à expliquer les irrégularités que l'on constate en appliquant l'interversion acétique à l'analyse des produits riches en sels à acides organiques, comme les mélasses ou certains sucs végétaux. Nous en citerons des exemples dans un Mémoire détaillé. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la variabilité de l'action des matières virulentes*. Note de M. G. Colin, présentée par M. Bouchard.

« En analysant comparativement les résultats donnés par l'inoculation des agents virulents sur un certain nombre d'espèces animales, on est frappé des différences que présentent ces résultats dans des conditions où ils semblent devoir être à peu près identiques. Mais, à bien les considérer, on ne tarde pas à voir qu'ils ne sauraient être invariables, en raison des dissemblances de l'organisation des animaux et de la composition de leurs tissus ou de leurs principaux liquides.

» En effet, chaque espèce animale semble constituer un milieu tantôt favorable, tantôt impropre à l'évolution de tel ou tel état morbide virulent, et même l'organisme de chacune d'elles paraît être souvent un agrégat de petits milieux dont les uns permettent le développement de ces états, tandis que les autres s'y prêtent à demi ou y mettent des obstacles insurmontables. C'est ce qui ressort notamment des expériences sur la septicémie, le charbon et la tuberculose.

» En ce qui concerne la septicémie, la totalité ou l'ensemble de l'économie représente un milieu éminemment et uniformément favorable à l'évolution des organismes microscopiques trouvés dans le sang, la lymphe, le chyle et la plupart des produits de sécrétion. Néanmoins, c'est seulement sur certains animaux comme le lapin, le cochon d'Inde et divers groupes d'oiseaux, que l'expérimentateur réussit à rendre le sang virulent et à produire un état morbide défini, bien caractérisé, qui tue fatalement dans des délais très courts, souvent de moins de vingt-quatre heures. Au contraire, sur le chien et d'autres carnassiers, sur le porc, les bêtes bovines et ovines, les solipèdes, on ne parvient pas à faire naître cet état, même quand l'inoculation est faite à doses massives, par des piqûres très multipliées.

» Cependant, chez les animaux réfractaires à la septicémie généralisée, l'inoculation peut développer des septicémies locales plus ou moins étendues dans les régions qui s'œdématient facilement, et où les produits de

l'altération septique stagnent longtemps avant d'être enlevés par l'absorption.

» Dans ces foyers, la virulence s'accentue jusqu'au dernier degré, pendant que tout le reste de l'économie demeure indemne et dépourvu des propriétés contagifères. Mais, chez les animaux les plus réfractaires à l'état septicémique, la matière virulente inoculée ne provoque souvent la formation d'aucun foyer; elle demeure cantonnée au lieu du dépôt, y conserve pendant plusieurs jours des qualités nocives, si bien que venant à être reportée sur un animal apte à contracter, elle s'y régénère et tue dans les délais ordinaires.

» Il y a donc trois variantes nettement caractérisées dans les effets des inoculations septiques, savoir la septicémie généralisée qui tue en rendant virulente la totalité de l'économie; la septicémie locale qui donne seulement la virulence aux liquides du foyer sans altérer les autres, enfin la septicémie stérile sans extension ni régénération des agents introduits.

» Dans les affections de nature charbonneuse, les effets de l'inoculation se montrent encore avec des variantes non moins nombreuses que celles de la septicémie. Les animaux qui peuvent les contracter par inoculation représentent des milieux d'inégale aptitude à fournir à là bactéridie des conditions de développement. Ceux d'un premier groupe prennent d'emblée le charbon généralisé et en sont tués avec de profondes lésions; car la bactéridie a envahi tous leurs liquides et leurs tissus en les rendant uniformément virulents. Ceux d'un second groupe, dont la réceptivité est moindre, contractent seulement la pustule maligne grave ou l'œdème malin, s'éteignant sur place ou quelquefois devenant le point de départ d'une infection secondaire générale. Enfin, ceux d'un troisième groupe sont peu atteints. La bactéridie n'y détermine que des tumeurs très circonscrites ou des plaques phlegmosiques légères, dans lesquelles la virulence se produit sans s'étendre au delà de ses petits foyers et sans se communiquer à la masse du sang; chez ces derniers, la bactéridie périt sans parvenir à envoyer des colonies au delà des points où elle a été déposée.

» Dans chacun de ces trois groupes des subdivisions pourraient encore être établies, suivant les degrés de l'envahissement des organes frappés et suivant les parties qui le sont plus particulièrement : ici la rate, là la muqueuse intestinale, ailleurs les ganglions lymphatiques de telle ou telle région du corps. Dans le groupe des animaux à charbon localisé sous forme de pustule maligne, les variantes secondaires sont nombreuses, car sur les

uns cette pustule prend des proportions énormes; au contraire, sur d'autres, elle ne constitue qu'une simple plaque érysipélateuse dans laquelle la bactéridie périt sans donner lieu à aucune altération des tissus.

» Les différentes manifestations et les différents degrés de la maladie dont il s'agit prouvent incontestablement que, dans le grand milieu fourni par l'ensemble de l'organisme, il y a de petits milieux inégalement favorables à l'évolution des microbes. Et, parmi ces petits milieux, les principaux sont les ganglions lymphatiques où la virulence apparaît avant de se montrer dans les autres parties; elle y marche par étapes successives sur le trajet des courants qui passent de l'un de ces organes à ses voisins, et elle se montre dans la lymphe avant de paraître dans le sang.

» La tuberculose, dont les formes sont si variées et l'évolution ordinairement si lente, témoigne, non moins que les deux maladies précédentes, des diversités de milieux parmi les animaux, même les plus rapprochés, et de la diversité, de l'autonomie des petits milieux sur le même animal. Les expériences que j'ai faites depuis vingt ans sur ce sujet m'ont appris que tous n'ont pas, comme on était d'abord porté à le croire, l'aptitude à contracter si prononcée sur celles qui ont servi aux premières études.

» Il est des animaux (lapins, cochons d'Inde) qui, par l'inoculation, deviennent très rapidement tuberculeux, au point d'en mourir presque tous dans d'assez courts délais. Chez eux, le terrain est éminemment favorable à l'évolution du produit morbide; il y a vive réaction au point de l'insertion virulente, puis tuberculisation des ganglions et formation de nombreux foyers, par poussées successives, dans le poumon, le foie, la rate, les reins, même quelquefois dans les articulations et les os.

» Chez les animaux peu aptes à la tuberculose, comme le cheval, l'âne, le chien, la même inoculation provoque à peine une réaction locale, réaction qui avorte, à un moment donné, sans être suivie d'une production tuberculeuse sur place; les ganglions échappent à l'infection, aucun semis ne se fait dans les viscères, ni sur les membranes, sauf par quelques rares granulations dont le développement s'arrête bientôt; celles-ci s'indurent, deviennent crétacées, au lieu de subir la régression caséeuse habituelle.

» Relativement à cette dernière affection virulente, ce ne sont pas seulement les animaux qui en bloc offrent des milieux inégalement favorables à la culture des agents tuberculeux. Leurs divers tissus, leurs divers organes, sont aussi des milieux, les uns propres, les autres réfractaires à l'évolution du tubercule. Les ganglions lymphatiques, les poumons, chez les Mammifères, puis, dans l'ordre de décroissauce, la rate, le foie, les

reins, la muqueuse intestinale, les séreuses splanchniques, les capsules articulaires et les os se prêtent à cette évolution qui, chez les Oiseaux, a lieu dans le foie, la rate et quelques autres points, à l'exclusion du poumon.

» Les résultats que je rappelle sont donc en concordance parfaite avec les faits et les vues exposés par M. Bouchard dans sa Communication du 4 novembre. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les bois silicifiés d'Algérie.* Note de M. P. Fliche, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une Note présentée le 1er octobre 1888, après avoir signalé à l'Académie la présence, sur divers points de la Tunisie, de bois silicifiés rappelant ceux de la forêt pétrifiée du Caire, je faisais observer qu'un fossile semblable avait été trouvé dans la province d'Oran par M. Barthélemy; qu'il n'avait pas été recueilli en place; que toutefois on en pouvait conclure l'extension de ces bois, et du gisement qui les contient, sur le bord saharien de notre colonie africaine jusqu'à la frontière du Maroc. Des envois importants de bois silicifiés, recueillis dans les mêmes conditions qu'en Tunisie et dans le désert libyen, qui m'ont été faits depuis la publication de ma Note, par M. G. Le Mesle et M. le capitaine du Génie Guntz, justifient ces prévisions. Je dois au premier des échantillons de Laghouat et d'Amra, près de Tachnit, province d'Alger; au second, de nombreuses pièces provenant de Franchetti et surtout de Djenien bou Resk, près de l'oasis de Figuig, province d'Oran. Les résultats complets de l'étude que j'en ai faite seront insérés, avec ceux qui concernent les bois de Tunisie, dans le Recueil des Mémoires publiés par la Commission d'exploration scientifique de la Tunisie.

» Ces bois silicifiés paraissent être très communs : ils ressemblent entièrement, par leur facies, leur mode de fossilisation, la conservation inégale, parfois très parfaite, de leur structure, à ceux du pays de protectorat et de la forêt du Caire ; leurs dimensions, plus faibles que celles des grands échantillons de cette dernière provenance, sont parfois très sensiblement supérieures, au moins à Djenien bou Resk, à tout ce que j'ai vu d'origine tunisienne. Mais il y a une grande pauvreté comme types d'organisation. Un seul échantillon a pu être rapporté à une angiosperme, sans d'ailleurs se prêter à aucun rapprochement, même générique, à cause du mauvais état

de conservation de la structure. Tous les autres échantillons se rapportent à un conifère, l'*Araucarioxylon ægyptiacum*, qui a joué, toutes les observations le prouvent, un grand rôle dans la végétation forestière de l'époque à laquelle ont vécu les espèces qui nous ont laissé leurs troncs silicifiés; un des échantillons a la structure des bois de racines, et, comme il appartient aux conifères et que rien, dans son organisation, ne s'oppose à ce rapprochement, il me semble très probable que c'est une racine d'*Araucarioxylon*.

» Il ne faudrait pas conclure, de l'uniformité de structure des bois trouvés en Algérie, à une pauvreté plus grande de la flore. Il suffit de rappeler, pour mettre en garde contre cette conclusion, le fait qu'Unger ne trouva d'abord, parmi de nombreux échantillons provenant du Caire et du désert libyen, qu'un conifère et une angiosperme, alors que M. Schenk découvrit ensuite des types bien plus nombreux.

» La seule conclusion à tirer de ce qui vient d'être exposé, c'est la continuité du dépôt à bois silicifiés, sur tout le bord nord du grand désert africain; la grande extension, par suite, des phénomènes géologiques et de fossilisation qui en ont amené la formation; enfin celle de la flore dont ils nous livrent les restes, malheureusement trop incomplets. Cette conclusion, réduite à elle seule, me semble ne pas manquer d'intérêt. »

M. Albert Gaudry, à propos de la Communication de M. *Fliche*, présente les observations suivantes :

« Les découvertes de M. Le Mesle et du capitaine Guntz, qui font le sujet de la Note de M. Fliche, me semblent dignes d'attirer l'attention de l'Académie. Je me rappelle que, lorsque je visitai, en Égypte, la forêt silicifiée connue sous le nom de *Forêt d'agate*, je fus étonné de voir les restes d'une forêt, là où se trouve maintenant un désert privé de toute végétation. Je fus plus étonné encore, lorsque des voyageurs constatèrent que les arbres silicifiés se rencontrent sur une vaste étendue du désert libyque, jusqu'en Abyssinie. Il n'est pas moins intéressant d'apprendre que le nord du désert du Sahara renferme, sur plusieurs points, des traces de forêts silicifiées. Cela indique des conditions climatériques bien différentes des conditions actuelles. Plût au ciel qu'elles se fussent conservées jusqu'à ce jour pour la prospérité de nos provinces d'Afrique. Comme l'a fait remarquer M. Rolland, les instruments humains trouvés au milieu des

travertins si abondants d'Hel Hassi prouvent que, dans les temps primitifs de l'humanité, le Sahara algérien n'était pas desséché comme il l'est aujourd'hui.

» On a signalé sur d'autres points de l'Afrique de semblables forêts. Livingstone en a rencontré une en descendant le Zambèze. M. Choffat vient de publier des Notes inédites d'un voyageur portugais, feu le docteur Walwitsch, qui a décrit et figuré les restes d'une forêt silicifiée auprès d'Angola. Tous nos Confrères ont pu avoir la preuve qu'on en trouve également en Amérique; car ils ont vu à l'Exposition du Champ-de-Mars une curieuse collection de troncs silicifiés de l'Arizona. »

LITHOLOGIE COMPARÉE. — *Analyse de la météorite de Phu-Hong; remarques sur le type limerickite.* Note de M. **Stanislas Meunier.** (Extrait.)

« M. le commandant Delaunay a enrichi la collection du Muséum d'une météorite tombée le 22 septembre 1887 à Phu-Hong, en Cochinchine, dans des circonstances dont l'Académie a déjà eu le récit. Ayant eu à déterminer le type lithologique auquel cette pierre appartient, j'ai été conduit à reviser quelques autres météorites ayant des caractères analogues.

» Dans sa cassure, la roche tombée à Phu-Hong est grenue et même oolithique; sa couleur est d'un gris très violacé, nuance qui résulte du mélange de particules très diverses : les unes d'un blanc parfois très pur et souvent ocracé, d'autres noirâtres, d'autres enfin bronzées. Sur les surfaces polies, apparaissent de nombreux granules métalliques et d'un gris de fer, admettant dans leur constitution des alliages distincts, rendus visibles, malgré leurs faibles dimensions, par l'expérience classique de Widmannstaetten.

» Une lame mince, au microscope, offre une masse générale presque transparente et incolore, dans laquelle se ramifie un réseau très compliqué de filaments opaques et où sont disséminés des granules branchus et très irréguliers; il est manifeste que cette matière opaque s'est insinuée dans les interstices de la substance transparente et en a incrusté les éléments, déjà constitués lors de son dépôt. Çà et là, la matière hyaline est teinte de nuances ocracées, irradiant de petits grains noirs et résultant sans doute d'une altération postérieure à la chute de la météorite. Quant à la matière transparente, on y reconnaît deux minéraux distincts : l'un d'eux, en grains irréguliers, extrêmement actif sur la lumière polarisée qui le teint des cou-

leurs les plus vives, consiste en péridot; l'autre, fréquemment bacillaire, s'éteint comme le pyroxène magnésien; pour la plupart, les aiguilles sont groupées en amas sphéroïdaux, désignés depuis longtemps sous le nom de *chondres*, et dont j'ai réalisé la reproduction artificielle. Les chondres, qui sont remarquablement nombreux dans la météorite qui nous occupe, contiennent, outre le pyroxène, une fine poussière de péridot, de petites particules vitreuses et parfois des filaments métalliques.

» Prise à 12°, la densité de la météorite de Phu-Hong est égale à 3,601. Soumise à l'analyse, la roche, préalablement pulvérisée, se scinde en :

Partie magnétique	35,371
» inattaquable dans l'acide chlorhydrique	35,116
» attaquable	29,621
	99,108

» La portion magnétique consiste en fer nickelé renfermant, en centièmes :

Fer	91,22
Nickel	9,05
Cobalt	traces sensibles
	100,27

» La partie insoluble dans l'acide chlorhydrique a été attaquée au creuset de platine par le carbonate de baryte. Elle a donné, en centièmes :

Silice	63,60
Magnésie	28,48
Chaux	1,91
Soude	0,87
Protoxyde de fer	4,10
Alumine	1,22
Chrome	0,92
Manganèse	traces
	101,10

» La partie attaquable a la composition du péridot; j'y ai trouvé :

Silice	40,09
Magnésie	45,97
Protoxyde de fer	14,00
	100,06

» La conclusion des diverses études auxquelles j'ai soumis la météorite de Phu-Hong est qu'elle appartient exactement au type lithologique que, dès 1870, j'ai qualifié de *limerickite*. A cette époque, ce type ne comprenait pour moi que deux chutes : celle de Limerick, Irlande, 1813, et celle de Weston, Connecticut, 1807. L'identité mutuelle des échantillons seuls représentés alors au Muséum est parfaite, et le type dont il s'agit a été conservé par les lithologistes : c'est celui qu'on désigne au musée de Vienne sous le nom de *Chondrit-grau-geadert*. Toutefois, des études postérieures m'ont amené à comprendre de nouvelles chutes dans ce type et à reconnaître que la détermination de la limerickite exige des échantillons relativement gros. Il se trouve, en effet, que la roche dont il s'agit entre comme élément constituant dans certaines roches cosmiques où j'ai reconnu le caractère de brèches, et que, dès 1870, j'ai distinguées sous la désignation de *canellite*. Le Muséum s'étant enrichi d'un échantillon de Weston, beaucoup plus gros que ceux qu'il possédait d'abord, j'ai reconnu que la limerickite y est en réalité associée à la roche blanche dite *montrejïte*, ce qui en fait un échantillon de canellite. A cet égard, le musée de Vienne avait été plus tôt que nous à même de reconnaître la nature complexe de cette roche, et l'avait comprise dans ses *Kügelchondrit breccienähnlich*. Ces mêmes circonstances se sont reproduites plus tard pour la pierre de Weschne Tschirskaja-Stanitza, qu'il y a lieu de faire passer de la limerickite homogène à la limerickite clastique ou canellite. Non seulement la limerickite sert de base à la canellite, mais encore on la retrouve dans la *mesminite*, roche bréchiforme qui renferme de la *lucéite* : un échantillon relativement gros de la météorite de Tabor (1753) y révèle la nature complexe de cette dernière roche, où il convient en conséquence de la transporter. A l'inverse, la pierre de Tennasilm, contrairement à l'assertion du Catalogue de Vienne, doit être maintenue dans le type limerickite. Mais, s'il n'y a pas de contestation quant à la détermination des météorites de Gruneberg, d'Ohaba et de Kerilis, il me reste à discuter des échantillons que la collection autrichienne admet dans son type des *Chondrit-grau-geadert* : les difficultés sont ici du même ordre que précédemment, la dimension et l'état de conservation des échantillons pouvant conduire à des conclusions très différentes. Je suis d'accord avec M. Brezina, pour faire passer parmi les limerickites les météorites de Barbotan, de Cabarras et d'Udipi : peut-être aussi celle de Slavetic, dont les caractères de notre spécimen ne sont pas très nets; mais pour les autres, mon avis est que c'est à tort qu'on veut y voir de la limerickite : Saurette et Charson-

ville, dont nous possédons les plus beaux échantillons connus, sont des aumalites très évidentes; Doroninsk, Alexandrie, Pultusk, Danville sont des chantonnites; Mezo-Madras est une parnallite; Kakowa et Hungen, des lucéites.... »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Répartition de la pression atmosphérique à la surface du globe.* Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« La répartition des pressions barométriques moyennes est connue maintenant sur la plus grande partie du globe de 70° nord à 55° sud. Elle présente certains caractères généraux, sur lesquels la Météorologie est assez bien fixée pour que l'on puisse en rechercher les causes. Je me bornerai, dans la présente Note, à étudier ces caractères.

» En prenant le phénomène dans son ensemble, on trouve, en toute saison :

» 1° Une zone de faibles pressions auprès de l'équateur thermique;

» 2° Deux zones de fortes pressions, oscillant autour du 35e degré nord et sud;

» 3° Deux zones de faibles pressions, oscillant autour du 55e degré nord et sud;

» 4° Des pressions plus élevées à partir du 60e degré vers les régions polaires.

» Afin d'envisager la distribution des pressions et la circulation de l'atmosphère dans les diverses phases par lesquelles elles passent dans le cours de l'année, j'ai construit, en 1883, des Cartes d'isobares moyennes sur le globe, pour janvier, mars, juillet et octobre. Ces Cartes permettent, entre autres choses, d'étudier la distribution de la pression suivant la latitude, et l'on en déduit le Tableau suivant :

Pression barométrique moyenne à diverses latitudes, corrigée de la variation de la pesanteur 760mm ±.

	Hémisphère nord.				Hémisphère sud.			
Latitudes.	Janv.	Mars.	Juillet.	Octobre.	Janvier.	Mars.	Juillet.	Octobre.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
60...	−0,1	+0,3	−1,7	−1,7	»	»	»	»
55...	+1,8	−0,8	−1,4	−1,1	»	»	»	»
50...	+2,4	+0,9	−0,8	+0,8	− 9,0	− 4,7	− 6,9	− 6,1

Latitudes.	Hémisphère nord. Janv.	Mars.	Juillet.	Octobre.	Hémisphère sud. Janvier.	Mars.	Juillet.	Octobre.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
45...	+3,4	+1,9	0,0	+2,5	— 2,9	— 2,5	— 2,1	— 2,0
40...	+4,5	+2,9	+0,4	+3,7	+ 1,9	+ 0,7	+ 1,1	+ 0,8
35...	+5,6	+3,3	+0,1	+3,9	+ 1,2	+ 2,6	+ 3,6	+ 3,1
30...	+5,3	+2,7	—0,4	+2,6	0,0	+ 2,0	+ 4,8	+ 4,0
25...	+3,8	+1,9	—1,4	+0,9	— 0,3	+ 0,6	+ 4,8	+ 3,6
20...	+1,5	+0,6	—2,1	—0,3	— 1,0	— 0,4	+ 3,3	+ 2,0
15...	—0,5	—0,7	—2,8	—1,4	— 1,6	— 1,8	+ 2,2	+ 1,4
10...	—1,6	—1,4	—2,7	—2,2	— 1,7	— 2,2	+ 0,8	+ 0,1
5...	—2,1	—2,0	—2,1	—2,0	— 2,4	— 2,4	— 0,4	— 1,0
0...	—2,3	—2,8	—1,4	—1,6	»	»	»	»

» Ce Tableau nous montre que les zones de hautes et de basses pressions qui correspondent aux zones des vents de Maury se déplacent en latitude suivant la déclinaison du Soleil, qu'elles sont à peu près symétriques par rapport à l'équateur aux équinoxes, et que leurs déplacements ont une amplitude moindre que celle du Soleil en déclinaison.

» La répartition des pressions sur les différents méridiens varie, sur un même parallèle, de plus de 30^{mm}, et cette répartition change avec la saison.

» En comparant les lignes isothermes aux isobares, on est frappé des relations qui existent entre elles. Les Cartes que j'ai construites il y a quelques années pour indiquer la disposition et l'intensité des anomalies thermiques sur l'ensemble du globe permettent de formuler des relations simples, que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie ([1]) en novembre 1879. Elles montrent que les anomalies de pression sur un même parallèle sont en sens inverse des anomalies thermiques et sensiblement proportionnelles à celles-ci, avec un léger déplacement des maxima et minima de pression par rapport aux centres de basses et de hautes températures, à cause de l'effet de la direction des vents.

» Des relations analogues ont été trouvées depuis, par M. Wild, sur la Russie et l'Asie; enfin, M. le général de Tillo a déduit, de mes Cartes et de celles de M. Hann, des relations entre les amplitudes moyennes annuelles du baromètre et du thermomètre.

» Il m'a paru indispensable, pour continuer ce travail d'analyse, de rechercher quelle est la disposition des isobares dans les hautes régions, et, partant de ce fait que la formule pour le calcul des hauteurs par le baro-

([1]) *Comptes rendus*, 17 novembre 1879.

mètre se vérifie presque rigoureusement sur les moyennes, j'ai établi des Cartes représentant la pression sur le globe à 1467^m, 2859^m et 4000^m, d'après la pression et la température observées près du sol.

» Deux de ces hauteurs ont été choisies pour correspondre à l'altitude des stations du Puy de Dôme et du Pic du Midi.

» Les isobares calculées concordent avec les observations directes de ces stations, ce qui est une vérification importante de leur exactitude.

» L'étude de ces Cartes, pour les mois d'hiver et d'été, montre que la plupart des irrégularités, dans la distribution des isobares, tendent à disparaître à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère et à être remplacées par des inflexions de sens contraire, à cause de la décroissance plus rapide de la pression au-dessus des régions froides.

» On arrive ainsi à avoir, à une hauteur inférieure à 4500^m, des surfaces isobares qui sont inclinées sans points de rebroussement de l'équateur vers les hautes latitudes. C'est la région des contre-alizés dont l'existence est bien prouvée par les mouvements généraux des cirrus.

» Les pressions ne sont pas les mêmes sur tous les méridiens; elles sont moindres sur les méridiens où la décroissance de température vers les pôles est la plus forte. A une hauteur variable, suivant les régions, on a au-dessus des points chauds une pression supérieure à celle qui règne au-dessus des points froids, et la loi qui relie les anomalies thermiques aux anomalies de pression y est donc inverse de ce qu'elle est près du sol.

» Ceci étant établi, j'examinerai dans une prochaine Note comment ces faits permettent de préciser le mécanisme de la circulation générale de l'atmosphère et de reconstituer théoriquement les grands traits de la distribution des pressions barométriques. »

M. A. **Ducat** adresse une Note relative à la possibilité de l'utilisation industrielle de divers sucres, extraits de la carotte, de la châtaigne, des champignons comestibles, etc.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 novembre 1889.

Congrès international des Mines et de la Métallurgie. Rapports présentés sur la demande du Comité d'organisation. Tome III, 3e livraison (1889) du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale.* Saint-Étienne, au siège de la Société; 1 vol. in-8°.

Direction générale des Douanes. — Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1888. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. in-8°.

Marius Fontane. — *Histoire universelle. Athènes (de 480 à 336 av. J.-C.).* Paris, Alphonse Lemerre, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Traité pratique de Chirurgie militaire; par J. Chauvel *et* H. Nimier. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours de Médecine et de Chirurgie.)

Nouveau coup d'épée dans l'eau à propos d'hygiène; par le professeur Sirus-Pirondi. Marseille, Barlatier et Barthelet, 1889; br. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Genesi e composizione chimica dei terreni vulcanici italiani del dottor Leonardo Ricciardi. Firenze, Mariano Ricci, 1889; br. in-8°.

Memorie della pontificia Accademia dei nuovi Lincei. Volumes I-IV. Roma, Filippo Cuggiani, 1887-1888; 4 vol. in-4°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche, publicato per cura della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo. Vol. XVIII (anno 1887); vol. XIX (anno 1888). Palermo, Michele Amenta, 1887-1888; 2 vol. gr. in-4°.

Monographia chrysididarum orbis terrarum universi. (Tabulæ I., II.). Auctore Alexandro Mocsary. Budapestini, typis Societatis Franklinianæ, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

G. Lejeune Dirichlet's Werke. — *Herausgegeben auf Veranlassung der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften; von* L. Kronecker. Berlin, Druck und Verlag von Georg Reimen, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

Contributions to Canadian Paleontology. Volume I, *by* J.-F. Whiteaves. Part II. Montreal, William Foster Brown and Co, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 décembre 1889.

Rapport de la Commission supérieure de la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, au Président de la République, sur les opérations et la situation de cette caisse. Années 1887 et 1888. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. in-4°.

Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif; par Ph. Gilbert. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

Sur quelques formules d'un usage général dans la Physique mathématique; par M. Ph. Gilbert. Bruxelles, F. Hayez, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

Description et usage des instruments nautiques; par M. E. Guyon. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

L'éclairage électrique actuel dans différents pays; par M. Jules Couture. Paris, J. Michelet, 1890; br. in-8°.

Conférences sur la Science et l'Art industriel. Année 1889. (Bibliothèque municipale professionnelle d'Art et d'Industrie Forney.) Paris, J. Michelet, 1889; 1 vol. in-18.

Remarques théoriques sur les mouvements giratoires de l'atmosphère (4e article); *par* M. Henri Lasne (Extrait de l'*Annuaire de la Société météorologique de France*), 1889; br. in-8°.

Des hématozoaires du paludisme; par M. A. Laveran. Paris, G. Masson, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Aérothérapie. Chambre respiratoire isolatrice; par le Dr Ernest Magnant (de Gondrecourt). Paris-Auteuil, Imprimerie des apprentis-orphelins, 1889; br. gr. in-8°.

Des lipômes transformés ou dégénérés; par le Dr Lardier. Rambervillers, Ch. Méjeat jeune, 1889; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Das Antlitz der Erde; von Eduard Suess. Wien, F. Tempsky, 1885-1888; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Bergens Museums aarsberetning for 1888. Bergen, John Griegs Bogtrykkeri, 1889; 1 vol. in-8°.